

الأعمال العلمية

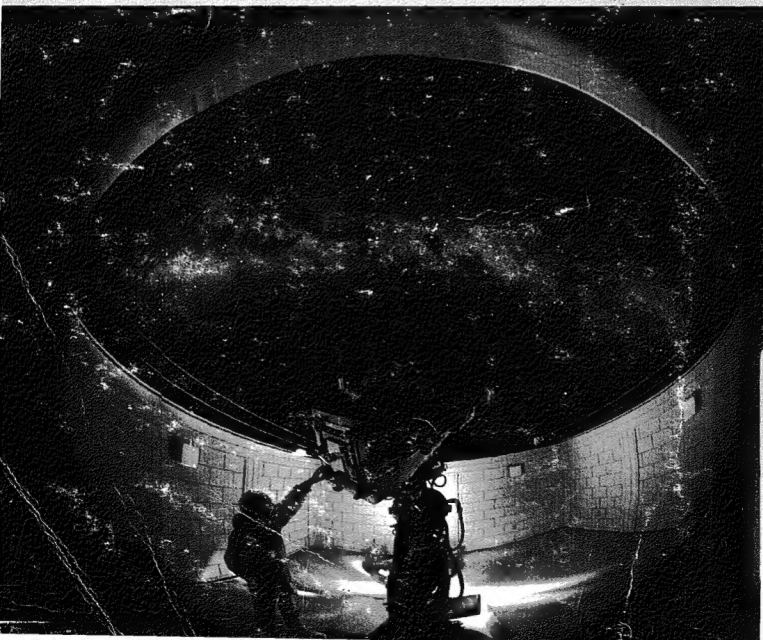


مهرجان القراءة للجميع
مكتبة الأسرة

والترقوت أندرسون عصر الجينات والإلكترونيات



الهيئة المصرية
العامة للكتاب



عصر الجينات والإلكترونيات

عصر الجينات والإلكترونيات

تأليف: والتر تروت أندرسون
ترجمة: د. أحمد مستجير



مهرجان القراءة للجميع ٢٠٠٢
مكتبة الأسرة

برعاية السيدة سوزان مبارك
سلسلة الأعمال العلمية

الجهات المشاركة:

جمعية الرعاية المتكاملة المركزية

وزارة الثقافة

وزارة الإعلام

وزارة التربية والتعليم

وزارة الإدارة المحلية

وزارة الشباب

التنفيذ : هيئة الكتاب

عصر الجينات والإلكترونيات

تأليف: والتر تروت أندرسون

ترجمة: د. أحمد مستجير

الغلاف

والإشراف الفني:

الفنان : محمود الهندي

الفنان : صبرى عبدالواحد

المشرف العام :

د. سمير سرحان

علي سبيل التقديم :

نعم استطاعت مكتبة الأسرة باصداراتها عبر الأعوام العاضية أن تسد فراغا كان رهيباً في المكتبة العربية وأن تزيد رقعة القراءة والقراء بل حظيت بالتفاف وتلف جماهيرى على إصدارتها غير مسبوق على مستوى النشر فى العالم العربى أجمع بل أعادت إلى الشارع الثقافى أسماء رواد فى مجالات الإبداع والمعرفة كادت أن تنسى وأطلعت شباب مصر على إبداعات عصر التنوير وما تلاه من روائع الإبداع والفكر والمعرفة الإنسانية المصرية والعربية على وجه الخصوص ها هى تواصل إصداراتها للعام التاسع على التوالى فى مختلف فروع المعرفة الإنسانية بالنشر الموسوعى بعد أن حققت فى العامين الماضيين إقبالأً جماهيرياً رائعاً على الموسوعات التى أصدرتها . وتواصل إصدارها هذا العام إلى جانب الإصدارات الإبداعية والفكرية والدينية وغيرها من السلاسل المعروفة وحتى إبداعات شباب الأقاليم وجدت لها مكاناً هذا العام فى « مكتبة الأسرة » .. سوف يذكر شباب هذا الجيل هذا الفضل لصاحبه وراعيته السيدة العظيمة/ سوزان مبارك..

د. ميمى مرحل

العنوان الأصلي للكتاب

Evolution isn't what it used to be,

By W.T. Anderson,

Published by W.H. Freeman & Co. ,1996.

اقترح جاك إيلول، وقد أزعجته النواحي السلبية للتكنولوجيا " أن التطور... يمضي دون تدخل حاسم من الإنسان، إلا قليلاً". في هذه الملاحظة قدر كبير من الحقيقة، ربما كان غير مقصود. قد تكون التكنولوجيا جزءاً طبيعياً من تطور الإنسان، أي أنها لم تخضع حتى الآن، إلا بالكاد، لتحكم الإنسان. إننا لم نفهم بعد تماماً، أو نقبل، الخصيصة التطورية العضوية للنمو التكنولوجي. إن الفكرة، في حد ذاتها، غريبة بعض الشيء عن إدراكنا...

والتكنولوجيا - كما أبدعها الإنسان، وحلدها، ثم في نهاية المطاف وجهها - عضوية تماماً، مثل صلغة القوقع، ودرع السلحفاة، وبيت العنكبوت، ولبور الهندباء ينقلها الهواء. إنها في نواحي عديدة أكثر انتشاراً، كمكون فعال من النظام الإيكولوجي، من أي صورة من صور الحياة العضوية، باستثناء الإنسان. إن مقدار الطاقة التي تحولها الآلات، والمواد المستخرجة من الأرض لتعالج ويعاد تجميعها وتوزيعها في الأيض الإيكولوجي، والآثار الضخمة لمثل هذه المعدلات المتزايدة من الأيض على النظام الإيكولوجي، تفوق الآن أثر الكثير من العشائر الكثرية من الأنواع الحية الأخرى. إننا لا نستطيع توجيه نظمنا الإيكولوجية، وغيرها من النظم الحديثة، والتحكم فيها، إلا من خلال تفهم أكبر لنموها. لم يُبذل حتى الآن إلا القليل من المساعي للتفهم؛ بينما وُجّه اهتمام أكبر إلى الاستثمار اللامبالي أو إلى الرفض الطائش.

- جون ماكهيل.

مقدمة ماذا لو تغير كل شيء، ثم لم يلحظ أحد؟

أعتقد أنه من المفطنة أن تعرض قضيتك في بداية عمل كهذا. لذا سأعرض هنا قضيتي واضحة قدر استطاعتي: إننا نحيا في مِحْضَمَ تَحَوُّلٍ تطوري هائل - تطور يجري الآن فعلاً ، في داخلنا ومن حولنا. إننا نتحول لنصبح ضرباً من الحيوان يختلف عن كل ما ظهر قبلاً. ثم إننا نحيا في عالم يختلف أيضاً - ونسكته بطريقة مختلفة، مغايرة لطريقة الأنواع الأخرى، ومغايرة لطريقة البشر منذ عدد من الأجيال معدود.

تغير نحن مع تَكْشُفِ هذا التحول، وتغير العالم الذي به نحيا، وتغير كل الحياة فيه، تتحول بطرق جذرية وفي اتجاه لا يعود. ينهك الناس في حمية يكشفون الشفرة الوراثية للإنسان، يتعلمون كيف يحورون التركيب الوراثي للأنواع الأخرى من الأحياء، ويخلقون ضرباً جديدة من الكائنات الحية. إن هذا يحدث الآن، ويحدث للعجب في غير حماس كبير، على الرغم مما يذيع حول البيوتكنولوجيا في بعض الدوائر من ضوضاء وعنف. ثم إن تلاقي التكنولوجيات يشكل جزءاً كبيراً من هذا التحول. لكن الحدث الهائل حقاً في زماننا ليس هو تلاقي التكنولوجيات وتقاربها، وإنما هو تلاقينا نحن مع تكنولوجياتنا. يوسع الكمبيوتر وغيره من الأجهزة عقولنا، وتوسع من أجسادنا سلسلة طويلة من الابتكارات الثورية ، من الفاكسينات إلى الأعضاء الاصطناعية - وهذه حقاً أجزاء من كياننا. في نفس الوقت يتحول العالم إلى كوكب بيوتكروني (بيوني) - تُغيّر صياغته ، تربطه الأسلاك ،

تفمره شبكات من نُظُم المعلومات تراقب صحته، وتتنبأ بمستقبله، وتتحكم في نظمته الإيكولوجية. يحدث هذا كله الآن، وهو بالتأكيد ليس

سراء، ورغم ذلك فلا يكاد يلحظه أحد: ربما لاحظ كل منا بالطبع شيئاً واحداً منه أو آخر، لكن القليلين فقط قد تمكنوا من تجميعها سوياً.

أما ما تناله إذا ما جمعتها سوياً فهو تحول ثوري حقيقي، وثبة من تلك الوثبات الغريبة التي تقوم بها الحياة عندما تغلو شيئاً جديداً تماماً ومختلفاً - عندما يتغير كل شيء. إن مهمتي في هذا الكتاب هي أن أقنعك بأن هذا يحدث - ثم، علاوة على ذلك، بأن هذا يحدث بشكل أسرع من كل التحولات الثورية الرئيسية التي وقعت في الماضي، وبأننا لن نستطيع أن نستمر في عدم ملاحظتها.

ومهمتي أيضاً أن أقنعك بأن هذا التحول الثوري هو أمر عمليّ تماماً، هو واقعة تميز مشاكل ملموسة تواجهنا وتقدم فرصاً لنا جميعاً. تتخذ الحكومات في وقتنا هذا قراراتٍ سياسية بشأن مناخ العالم وجوّه. ينحج رجال الأعمال أو يفشلون بقدر مهارتهم في استيعاب التغيرات السريعة المتلاحقة في الطب والزراعة. نتعامل جميعاً، أفراداً وعائلات، مع خيارات جديدة، وقوى جديدة، وطرق جديدة لحل بعض مشاكلنا، وقضايا تدعو للقلق جديدة. يعرض التحولُ قضايا أخلاقية حقيقية ومُلحّة، وقضايا هائلة - أعتبرها الأكثر إلحاحاً - عن العدالة : لأن هناك من الأسباب ما يدعو للخوف من أن المصادر الجديدة للمعلومات، والأدوات المذهلة التي توسع من حياة البشر، توزع الآن بشكل أقل عدلاً إذا ما قورنت بالسلع الأكثر ألفة، كالغذاء والإيواء.

ذكرتُ التقاربات التكنولوجية، تلك القوى الهامة في التحول ؛ وهذه ذاتها بمعنى ما مصنوعة من تقاربات . إن كلمة "تقارب" تحوّم هذه الأيام في الجو، ومعظم الإثارة يلور حول تَقَارُن التكنولوجيات الإلكترونية، كالكمبيوتر والتلفزيون. وتلك في الحق مادة مثيرة . غير أن الناس قد بدأوا يلاحظون شيئاً آخر، يسمى أحياناً "التقارب اليُوني" - تقارب العلوم البيولوجية مع كل التكنولوجيات الإلكترونية. هذا هو موضوع الفصل

ماذا الرقير كل شي

الأول، لأنه يقودنا إلى تفهم ما أطلق عليه جون ماكهيل اسم "الخصيصة التطورية العضوية للنمو التكنولوجي" - تلازمها مع عقولنا وأجسادنا، مع تطور جنسنا البشري.

بدأ التقارب البيوني منذ فترة، لأن البيوتكنولوجيا الجديدة قد ترعرعت (مثل أبنائنا) في عصر الكمبيوتر؛ فلولا وجود تكنولوجيا الكمبيوتر لما كان الدنا المطعوم، ولا كان مشروع الجينوم البشري، ولا كان العلاج بالجينات يفتح فصلاً جديداً في تاريخ الطب. ومن بنات عصر الكمبيوتر أيضاً مراقبة بيئة الكرة الأرضية - أدواتنا الرئيسية لتفهم ومعالجة الشئون الكُرْضية مثل ظاهرة الصوبة. تنطلق العلوم البيولوجية قُدماً متعاونة مع تكنولوجيا المعلومات / الاتصالات، وهما سوياً يحولان في طريقهما الحياة الشخصية والسياسات العالمية بطرق مثيرة واعدة مُقْلَقَة. يكشف الناس أن لديهم مجالاً مذهباً من الخيارات الجديدة حول أمور أجسادهم، كما يجد الجنس البشري نفسه يدير شئون المحيط الحيوي.

إلى أين يأخذنا هذا كله؟ سأقدم بعض التنبؤات، من بينها:

(١) سنعود على الـ **يوجينيا** : وكلمة الـ **يوجينيا** - التي تعني الجهود الواعية لتحسين نوعية الإرث الوراثي للبشر - هذه الكلمة قد اكتسبت وضع المحرمات منذ أيام هتلر، ولأسباب وجيهة. ومع ذلك سأبين أن عمة عصراً جديداً للـ **يوجينيا** قد بدأ، وأن هذه الـ **يوجينيا** الواقعية أكثر وأقل مما يعنيه الناس عادة عندما يستعملون هذه الكلمة الرهيبة.

(٢) سنعيد النظر في الـ **إيكولوجيا** : البيئية اليوم تعارض التكنولوجيا في إخلاص وفي شيء من الغفلة، وترنو في صياغة رومانسية إلى الماضي. ولأنني بيئي طول عمري قلدي ارتباطات عاطفية قوية بهذا النوع من التفكير - لكنه تفكير مخلود وعطير. يتميز البيئيون في ملاحظة للمشاكل - ومن هنا كانت حركتهم نافعة - لكن خوفهم للمستحكم من المستقبل يمنعه من التفهم الكامل لما يحدث في العالم. إنني أعتقد أن المستقبل

سيتمنى إلى بيئة من نوع جديد نشط، يُعَيِّد تكنولوجيات المعلومات/ الاتصالات ويخفض البيوتكنولوجيا.

(٣) **مُخَطَّرُ الصناعة :** في العقد الأول من هذا القرن تأملت جماعة من الفلاسفة الاجتماعيين - من بينهم لويس مامفورد - وتفكرت في تحول إلى مجتمع " بيوتقني"، تحمل فيه نظم الإنتاج البيولوجية محل آلات المصنع غير العضوية. وهناك على الأفق الآن شيء من هذا القبيل. ستقوم البيوتكنولوجيا بتحويل الكثير من العمليات الصناعية (من التعدين إلى التصنيع) وستشأ مواد بيولوجية جديدة.

(٤) **مستحول إلى مجتمع معلوماتي بيولوجي (بيومعلوماتي) :** لن يفوتك أن تلمح نظاما اجتماعيا كَرُضيا، تحيط بالأرض فيه شبكة هائلة من المعلومات البيولوجية، تؤثر واقعا في كل ما نفعله - لن يفوتك أن تلمح هذا إذا ما جمعت الأجزاء المختلفة معا : التآزرات بعيدة الأثر للمعلومات/ الاتصالات التقدم في مشروع الجينوم البشري، النظام العالمي لبنوك الجينات وما تحمله من بنور ملايين أنواع النباتات والحيوانات، الأقمار الصناعية ترأب النظم الايكولوجية من الفضاء. سيحتاج هذا المجتمع الجديد إلى بنى حكومية مختلفة وإلى مهارات مختلفة وقيم. سيكون هذا النظام الاجتماعي الجديد ثمرة للإبداع البشري، لكنا لا نستطيع ببساطة أن نقيمه بنفس الطريقة التي نصمم بها مبنى ونشيده - يلزم أن نتعلم طريقنا إليه.

طبعي أن ليس ثمة مَنْ يمكنه أن يثبت إن كان التنبؤ سيتحقق . لكنني أستطيع أن أقدم شواهد قوية تبين أن هذه التنبؤات ليست بعيدة التحقيق كما قد يبدو للوهلة

الأولى. ولحق أن بكلمة "التنبؤ" شيئا من الخداع، لأن أيّا مما ذكرته يحدث الآن بالفعل.

يلفت النظر أنا لا نجد إلا القليل من النقاش حول التحول التطوري الحاضر. هناك الكثير من الحديث الحر في دوائر "العصر الجديد" حول القفزات التقدمية الهائلة - أكثر من اللازم، في رأيي - وهناك عدد غير قليل ممن يعرفون أهمية التقارب البيوني ويحاولون جهدهم أن يحثوا (أو يتكروا) لغة تمكثهم من وصف رؤاهم لنا جميعا. لكننا لن نجد سوى القليل جدا من الحديث عن مثل هذه الأمور في العوالم الرتببة للملة للحكومة ورجال الأعمال - حيث يوجه التحول ويصاغ ويُعاش. إذا ما عولجت أجزاء التحول على نحو صريح، فستجد الوضع بالضبط هكذا - معالجة الأمر كأجزاء. يبدو أننا لا نمتلك معهما نجمع به الأجزاء للحكومة ورجال الأعمال - حيث يوجه التحول ويصاغ سويا - نحكي لأنفسنا القصة الأكبر كطريقة نفهم بها أين نسمح فيها كأفراد، وأي قدر من القصة يمكن نكتبه كمجتمع.

إنني اعتقد أن هناك الكثير مما تكسبه إذا اتجهنا إلى القصة الأكبر، نستعلمها لتأطير تفكيرنا عن القضايا العامة والخاصة. وهناك الكثير مما تكسبه بالاشتراك في هذا التحول بفاعلية وانتباه وإبداع - لاسيما وأن ليس من يستطيع ألا يشترك فيه.

الجزء الأول

اللقاء البيوني

الفصل الأول الكمبيوتر يقابل الجين

بولي: صفة استغلال الأجهزة الإلكترونية الميكانيكية لمساعدة الإنسان في أداء مهام صعبة، أو خطيرة، أو معقدة؛ بيو+(إلكتروني).

أما الآن، فحمة ما هو جديد على المسرح: إننا نمتلك بالفعل القدرة على إجراء التجارب على التطور. في استطاعتنا أن نجرب داخل الكمبيوتر عشرات لمحات الآلاف من الأجيال، بل وللايين الأجيال، وأن نرقب عملية التطور...

" هناك ما هو أكثر من هذا: فمة من بطور بروتينات تقوم بحفز الرنا - إنه يؤلف حزمة كاملة من الرنا العشوائي ، ثم يرتب الأمر بحيث ترتبط إذا كانت قادرة على أن تقوم بهذا الحفز ، ثم يقوم بترشيحها بحيث يزداد في المخلوط تمثيل الجزيئات التي تؤدي العمل الصحيح. ثم إنه يكثر هذا العدد القليل مستخدماً تقنيات اللغة ويحدد جيلاً، ثم يكرر ذلك، ليحصل في النهاية على بروتينات خاصة جداً تؤدي مهام خاصة. هذا يصل - حرفياً - إلى التطور في أُنْبُوءة الاختبار، الآن. وليس فمة من سبب ألا تَوَثَّقَت هذه العملية بطريقة ما. هذا شيء ممتاز - تماماً كما لو كنتَ حاضراً أثناء اختراعهم كُول العرائز متورات."

- داني هيليس

التطور أكثر بكثير من الحكاية الدارونية القديمة، للموضوع الذي يتجادل العلماء حوله ويجادل رجال اللاهوت ضده، إنه غموض وتغير كل الكائنات الحية، غموض وتغير الحياة ذاتها. وهو الأسس لكل ما يحدث لأجسامنا ولعقولنا وللأرض التي نحيا على ظهرها. إنه الموضوع الذي ينسق كل المواضيع الأخرى. إنه - كما يقول تيلهارد ده شاردان، اللاهوتي الذي أوقع نفسه في المخرج عندما اعتنقه هذا الله - " نور يضيء كل الحقائق، منحى لا يهد للمخطوط جميعاً أن تنبئه".

للتطور نواحي كثيرة غامضة فائقة وأكثر هذه النواحي غموضاً وقتنا هو أن التطور يتطور. أن تتغير الحياة، هذا أمر في حد ذاته ملحل، لكن الطريقة التي بها تتطور الحياة تتغير أيضاً. تتغير عملية التطور ما بين الفينة والفينة شيئاً جديداً للتقدم، فوقع نفسها إلى مستوى آخر، وتبدأ مرحلة جديدة من النمو. يمكننا أن نرى أن قفزات كهذه قد حدثت في الماضي. نحن نعرف على سبيل المثال أن تحولاً واقعاً لا يُعكس ولا يمكن التنبؤ به قد وقع عندما ارتبطت لأول مرة جزيئات تضاعف، فأصبحت شيئاً كالكائنات الحية، تغيرت هذه وتغير العالم. ونحن نعرف أن مثل هذا التحول قد حدث ثانية بعد مرور ملايين السنين، عندما ابتكر سُلُكُ هذه الكائنات الأولى نُظُمَ الاتصال الرمزي التي تسميها اللغة. أصبحت القِرْدَةُ الناطقة ضرباً مختلفاً من الأنواع، وتبدل العالم بعد أن ظهرت به هذه المخلوقات - التي يمكنها أن تشعل النار، وتستأنس الحيوانات، وتزرع البسلور في الأرض، ونحيا في كل مناخ. يمكننا أن نلاحظ هذه الأشياء إذا نظرنا إلى الخلف، بل ويمكننا حتى أن نتخيل تحولات كهذه في المستقبل - وكتاب الخيال العلمي شَطَّار في هذا - لكن، يصعب علينا أن نتخيل أن مثل هذا التحول يحدث الآن.

ونحن بالتأكيد في ضمة تحول كهذا. لا، ليس سهلاً أن نعرفه، فزواياه متعددة، لكنه يتعلق بتفكير قدرة الإنسان على دراسة الحياة ومنازلها،

وعلى التأخر في مجرى التطور. من بين أهم أجزاء عملية التحول هذه : التقاء الثورة البيولوجية بثورة للمعلومات، البيولوجيا بالالكورنيات.

لا نسمع الكثير عن التقاء البيوتكنولوجيات بتكنولوجيات للمعلومات والاتصالات، لكن الأغلب أن يستحوذ هذا اللقاء على اهتمام الناس قريباً. سرّ حين من الدهر سيطرت فيه الفيزياء النووية على مجال الجماهير باعتبارها ذروة المعرفة - الطاقة - الكتلة \times مربع سرعة الضوء، مشروع مانهاتن، وغير ذلك من أمور - ثم جاء بعد ذلك بوضعة عقود زمان تسلم فيه الزمان انفجاراً الفضاء، فمضى يشكل فهم الجماهير لما يمكن أن يصنعه العلم و / أو التكنولوجيا. لم يفقد أي من هذين سيطرته تماماً، فلا زالت الفوتونات والكواركات تبهتنا، ولا زال "عالم الصواريخ" يمثل الشخص البالغ الذكاء. لكننا إذا نظرنا إلى الوضع كمسعى فكري عميق للعقل - تصاحبه السرعة للمحلة للتحرك من الأفكار المجردة إلى التطبيق العملي - فليس ثمة ما يقارن بما يحدث الآن على جبهة البيولوجيا، عند موقع التقاء منطوقتين للمعلومات مذهبتين : الكمبيوتر والجين.

من شبكة صيد الفرائض إلى شبكة الإنترنت

إن يزوغ عهد المعلومات البيولوجية - مثله مثل الكثير من الوقائع التاريخية العظيمة - هو يزوغ مستعد. إنه شيء أكبر من مجموع أجزائه، ومن ثم لا يمكن التنبؤ به. لكننا إذا نظرنا الآن إلى الخلف، نستعد أنه كان يشق طريقه من زمان طويل. لقد كان مما لا يمكن التنبؤ به، ولقد كان في نفس الوقت محتملاً.

كان اللقاء البيوني كامناً في الرحم منذ قرون، فلقد كانت دراسة الخلية دائماً نتيجة للقطاعات. إن من يبحث عن تفهم جديد لأشياء كالكائنات والحيوانات، أو كالحياة للميكروسكوبية، أو كالتكنولوجيا النظم الكبيرة، إنما يستعمل عادة ما يحمله متاحاً من أدوات فكرية. تعوّل البيولوجيون أو

تساعدهم حالة التكنولوجيا - ومنها تكنولوجيا المعلومات - كما يعرفهم أو يساعدهم التقدم في مجالات المعرفة الأخرى، مثل الرياضيات.

كان أرسطو واحداً من أوائل الرواد البيولوجيين. كان أول شخص نعرفه يحاول أن يجري تقسيماً تصنيفياً لكل أشكال الكائنات المختلفة. لكن عدد الأنواع المتاح له كان محدوداً. لم يكن له أن يدرس ما لا يراه، ثم إن غياب الميكروسكوب قد حلد من عمله، إذ كانت للملايين والملايين من صور الحياة بالفعل حقيّة. وكان عمله مقيداً أيضاً بمحدود العالم الذي يعرفه، وهو بالتقريب حوض البحر المتوسط؛ لم يكن له أن يرى ما يقع خارج هذه الحدود، وكان معظم ما يوصله عنه تهويمات خيالات جامعة لأناس عمرهم ما شافوه. أما مفاهيم تسجيل المعلومات ونشرها فكانت أيضاً بدائية بمعاييرنا الآن. كان على أرسطو وتلاميذه أن يسجلوا نتائجهم على لفائف البردي الهشة. ولم يظهر إلى الآن الكتاب الأول - مخطوطة من صفحات من البرشمان مجلدة باليد. ربما لم يقرأ دراسات أرسطو في زمانه إلا بضع مئات، ثم ضاع إلى الأبد معظم عمله.

عندما بدأ البيولوجي السويدي كارل فون لينئوس عمله في القرن الثامن عشر، كان الوضع قد اختلف كثيراً. كان ثمة تقدم قد حدث في صناعة الخرائط وبناء السفن وتكنولوجيا الملاحة، وكان العالم قد أصبح دائرياً وغداً في مقدور المسافر أن يعبر المحيطات إلى بلاد بعيدة يدرس ما بها من فلورا وفونا. ولقد قام العديد من تلاميذ لينئوس بهذا ومات منهم عدد كبير في غضون ذلك بسبب الأمراض الغريبة. كان لعمل لينئوس أن يُنشر في كتب ويوزع على الباحثين بعد التقدم في تنضيد الحروف والطباعة. دائرة أوسع لجمع البيانات؛ عدد أكبر من الناس في الحلقة؛ سرعة انتقال المعلومات.

قام تشارلس داروين بأبحاثه الميدانية خلال رحلته على ظهر السفينة "بيجل"، ولقد كان في مقدوره أن يوصل نتائجه إلى غيره من دارسي العلوم

الطبيعية في وقت أقصر لولا أنه قضى عشرين عاماً يتفحص بياناته. وأخيراً، وفي عام ١٨٥٩ نشر كتابه " أصل الأنواع " فكان بمثابة صدمة هزت أرجاء العالم كله - صدمة بطيئة الحركة معاً هيرونا الحالية، وإن كانت هائلة التأثير . وبعد مرور عشرين عاماً، عند وفاة داروين، كان الكتاب قد تُرجم ونُشر وفُحص وغلّق عليه وهوجم في كل مكان. ليس من كشف علمي قبله قد تمكن من أن يسبب كل هذا الأثر في مثل هذه الفترة الوجيزة.

لم يبدأ تناول الرياضي للعلم التطوري مع داروين - ولقد أصبح هذا تناول بسرعة جزءاً محورياً وأساسياً في هذا المجال. لم يكن داروين رياضياً، لكن ابن عمته فرانسيس جالتون كان مجنوناً بالاحصاء . كان جالتون يعتقد أنه من الممكن قياس كل شيء، حتى لقد طَبّق الرياضيات على القضايا الدينية التي رأى أنه من الممكن اعتبارها. هل الدعاء في الصلاة لشخص يطول العمر يطيل عمره؟ هل البواخر التي تحمل مَبَشِّرِينَ ورعين أقل عرضة للفرق؟ بدأ جالتون أثناء تفحص هذه المواضيع المشهورة في تجميع الاحصاءات عن الصفات الوراثية للإنسان. وضع عمله الأسس لفرع جديد من العلوم الطبيعية، هو البيومترى، بدأ ظهوره مع اكتشاف تجارب جريجور مندل بعد أن كادت تضيع.

كان مندل، أسقف دير برون، رجلاً مثقفاً ودينياً بشكل ما. درس الرياضيات والفيزياء والبيولوجيا في جامعة فيينا، ثم استكشف فيما بعد عدداً من المواضيع الأخرى من بينها علم الأرصاد الجوية. كان عالماً مثقفاً، حلّل عشرات الآلاف - بل ربما مئات الآلاف - من العينات في بحوثه في تربية البسلة. ولقد عَرَفَ عن كتاب داروين: فقد عُثِرَ في مكتبته بعد موته عام ١٨٨٤ على نسخة من " أصل الأنواع " بالألمانية وعليها تعليقات بخط يده، وتبين جالتون أنها قد قرأت كثيراً. لكنه لم يكن بأكثر من هاوٍ. لم يكن حقاً جزءاً من عالم العلم. لم تكن لديه اتصالات مباشرة بغيره من العلماء. قرأ بحثاً عن عمله أمام جمعية التاريخ الطبيعي المحلية، ويبدو أن الأعضاء لم

يتأثروا كثيرا بحفريات الأب مندل في تربية البسلة، لكنهم نشروا البحث على أية حال. (كان عليهم أن ينشروه، فهو مؤسس الجمعية). لو أن داروين قرأ "أعمال جمعية التاريخ الطبيعي في برون" لعام ١٨٦٦، وبها بحث مندل الذي يحتوي كثير من البيولوجيين في مثل أهمية كتاب "أصل الأنواع"، إذن لسحره هذا العمل. لكنه أبداً لم يعرف عنه. لو أن البحث نُفِيز في إحدى المجلات العملية المعروفة بها آنذاك، إذن فلربما كان قد وقع عليه. لكن نظام المعلومات البيولوجية كان لا يزال بدائياً؛ فلم تصل الأنباء من برون إلى داروين.

لم يكن داروين هو الوحيد الذي لم يسمع عن أعمال مندل، فالواقع أن الجميع لم يسمعوا به لسنين طويلة. وزعت جمعية براون ١٢٠ نسخة من أعمالها لعام ١٨٦٦. أشار إلى بحث مندل في البعض القليل من البحوث المجهولة، ثم اعتفى من المشهد حتى عام ١٩٠٠ عندما اكتشفه ثلاثة من الباحثين، كلٌ مستقل عن الآخر - واحد من ألمانيا، وواحد من النمسا، وثالث من هولندا - وأدركوا جميعاً أهميته وكتبوا البحوث التي جعلت من مندل رجلاً مشهوراً - بعد وفاته.

من بين هؤلاء العلماء الثلاثة كان عالم النبات هوجو ده فريز. نشر بحثه في مجلة علمية، وقرأه في إنجلترا عالم الحيوان ويليام بيتسون بعد النشر بوقت قصير. وجد بيتسون فيه شواهد مثيرة للطبيعة الجسدية للوراثة - فكرة أن صفات النبات أو الحيوان ليست مزيجاً من صفات الوالدين، وإنما هي نتيجة تشغيل آلية ما أخرى (لم يكن أحد يعرف بالتحديد ماهيتها) تعمل بطريقة أكثر تعقيداً.

في ذلك الوقت كانت شبكات اتصال - منها بضع مجلات - قد توطلت ما بين مجتمع العلماء الواسع وبين المتفكرين الذين يحاولون أن يكملوا عمل داروين. من بين القوى الأخرى المؤثرة في سائر الأمور في عالم

العلم بعد داروين: التقدمات في التكنولوجيا (والميكروسكوب على وجه الخصوص) وكلتا محاولات الوصول إلى دقة علمية أكثر في العلوم الطبيعية.

تمكّن فالر فلمينج في ألماتيا باستخدام الميكروسكوبات الجديلة - بعدساتها الأقوى وفزالحة الزجاجية وصبغاتها الاصطناعية - تمكّن من أن يدرس الجسيمات الصغيرة داخل الخلايا الحيوانية، التي أُنشِئت فيها بعد باسم الكروموزومات، أي الأجسام القابلة للصبغ، لأنها تُمسَخ الصبغات. (مع الآلات الجديلة كانت تُنتَكر لفة جديدة). بدأ بعض العلماء ممن جاعوا بعد فلمينج يشبهون في أن تكون الكروموزومات هي التي تحمل رسائل الوراثة، أن تكون هي حقا المفتاح إلى التطور.

كان المفروض أن يمضي تمثيل التفكير الرياضي مع النظرية الدارونية والبحوث العملية بصورة سريعة، لولا أن عَوَّقه صراع تافه واختلاف أكاديمي بين كبار العلماء والطبيعيين في ذلك الوقت. لكنهم تحركوا، ربما رغما عنهم، إلى أن يُقرُّوا باعتراف عام بأن هناك داخل كل الكائنات الحية "وحدات للوراثة" - أطلق الناس عليها اسم "الجينات"، وهذه الكلمة يونانية تعني "المتبحة".

وفي خلال النصف الأول من القرن العشرين مضى علم الوراثة الوليد في طريقه بطيئا ولكن في ثبات. أُجرى في المعامل على التطور الكثير من بحوث ما بعد الدارونية، فجمع الباحثون تلوأمن البيانات عن وراثة صفات بذاتها. كان من أكثر هؤلاء الباحثين اجتهداً توماس هنت مورجان، من جامعة كولومبيا، وكانت المادة المفضلة لديه في الدراسة هي ذبابة الفاكهة (دروسوفيلا ميلانوجستر). كان سحرها يكمن في قدرتها على الحياة على غذاء بسيط في بيئة بسيطة - كان مورجان عموماً يستعمل زجاجات اللبن - وفي دورة حياتها القصيرة. في ظرف عشرة أيام تقفص الذبابة وتنضج وتبدأ في إنتاج ذبابات أكثر. يمكنك مع مثل هذه الأجيال القصيرة أن تجمع قنراً كبيراً من البيانات في عشرة أعوام من البحث. ولقد فعل

مورجان ذلك من نحو عام ١٩٠٧ حتى ١٩١٧. لم يكن يجمع الأرقام في إعمال، وإنما كان يتعقب الطفرات بطريقة منظمة وينقح النظرية المنطوية - ويبحث عن الجمين. ذاع استعمال هذا المصطلح، وإن ظل فكرة تجريدية للغاية. كان الجمين واحداً من تلك الأشياء التي يلزم أن تكون موجودة - مثل القلوب السوداء في الفضاء - لكن أحداً ما شاعله أو فهمه، لم تصرف إلا آثاره.

في حجرة الشباب بمعمل مورجان كان من المؤلف بجانب الزجاجات أن تجد جهازاً ابتكره مورجان وتلاميذه يسهل عليهم تتبع عملهم. كانت هذه الأداة - التي كانوا جميعاً يفخرون بها أي فخر - مجرد صندوق خشبي له أربعة جوانب - كل جانب يمثل كروموزوماً من كروموزومات اللبوسوفيل الأربعة. على كل جانب كانت هناك دبابيس رسم يحركونها أفقياً ورأسياً ليتبين مدى التقدم في تحديد موقع صفة. كان هذا كميبيوتر مورجان.

وأخيراً قاد عمل مورجان، وقد تابعه آخرون، إلى أولى الخرائط الكروموزومية - خرائط ومواقع جينات معينة. لكن الجمين ظل مراوغة. بل لقد غدا بشكل ما أكثر مراوغة مع تقدم العمل بعد أن شارك علماء العالم بعضهم بعضاً في نتائجهم التحريية. كلما ازدادت النتائج ازداد تأكلهم أن عمل الجمين معقد غاية في التعقيد. كان الجمين كيانا غاية في الدقة يحمل تعليمات كل خصائص الكائن الحي، لكنه قد يتصرف بطريقة غريبة مباغتة غير متوقعة، فحتى بعدما يتوصلون إلى فكرة جد طيبة عن موقع الجمين، فإنهم يظنون في حيرة من أمره.

كان الفرض السائد يقول إنه لا بد أن يكون من البروتين. كان المعروف عن جزيئات البروتين أنها كبيرة، معقدة، قادرة على القيام بأشياء مذهلة، مثل حمل الأكسجين في الدم ومثل تسهيل إتمام الاتحادات الكيميائية. كان

عالم أمريكي نحول اسمه نوزولد ليفري يدرس البكتريا في معمله بمعهد
روكفلر في نيويورك (كانت البكتريا قد أخذت تحول لتصبح في مثل
انتشار ذهاب الفاكهة كمادة تجارب، فهي تنتج حملا جليدا في أقل من
نصف ساعة). توصل هذا العالم تدريجيا إلى استبطان يقول إن "العامل
المحول" ليس بروتينا وإنما هو الحامض النووي الديوكسي ريبوزي (الدنا) -
على الأقل في سلالات بكتريا التهاب الرئوي. كتب لأبيه يقول: "من
كان يظن هذا؟"، وقال البيوفيزيكي ماكس ديلبروك فيما بعد: "في ذلك
الوقت كنا نعتقد أن الدنا مادة غريبة..."

تطلب الأمر من المجتمع العلمي بضع سنين، بعد اكتشاف ليفري سنة
١٩٤٤، حتى يقبل الفكرة للنحلة بأن حملي الدنا ليس مادة غريبة، وإنما
نظام معلومات ممتاز قادر على حمل كل التعليمات لبدء حياة الكائن الحي -
وعلاوة على ذلك فهو نظام للمعلومات لكل أشكال الحياة على الأرض،
الهم إلا قلة من الفيروسات تركز على الرنا، القريب اللصيق للدنا. وقبل
أن يظهر المتشككون، كان السباق قد ابتدأ لتفهم: كيف يحق السماء قد
فعلها الدنا! كانت مكوناته الكيميائية - القواعد الأربع زائدا الفوسفات
وسكر الديوكسي ريبوز - معروفة منذ عام ١٩٥٢، ومثلها أيضا الروابط
الذرية التي تجمعها لتشكيل الجزيء. لكن الوراثة كانوا يعرفون أن هذه شيئا
لا يعرفونه - التركيب الواقعي ثلاثي الأبعاد للجزيء - وتصوروا أن هذا
التركيب يحمل المفتاح إلى قدرة الدنا الرائعة على حمل المعلومات.

ثم تقنية طورها الفيزيائيون - هي تحليل حيود الأشعة السينية - مكنت
العلماء من تصور هذا التركيب. باستعمال هذه التقنية يمكن للباحث أن
يتتبع صورة تعطي فكرة عن الطريقة التي ينظم بها الجزيء البيولوجي في
الفراغ - صورة مجرمة، من رشرشة من النقاط لا تقول شيئا للعين المجردة أو
تقول القليل، لكنها تقبل أن تحلل رياضيا. كانت طريقة مجهدة للغاية
وتتطلب وقتا طويلا، ولا يقوم بها إلا أكثر العلماء صبرا. عمل جيمس

واطسون وفرايسيس كريك - الرجلان الذي كشفنا في النهاية، عام ١٩٥٣، تركيب الدنا في صورة اللولب اللزودج الشهير - عملاً في تحليل الأشعة السينية للدنا، قبل أن يبدأ محاولتهما لبناء نموذج للعزيء. كانت روزالند فرانكلين في كمبودج، قد قامت بدراسة على الدنا بالأشعة السينية. ولقد وفرت هذه الدراسة القطعة الأعمدة من المعلومات التي أكملت النموذج، وحللت لها الشهرة، وأشعلت ثورة.

كان النموذج الواقعي تركبنا ناهلاً صنعاه بأيديهما بلحام قطع لاصقة من الصفائح والسلك (مستعملين نظاماً طوره في أمريكا لينوس بولنج). كان هذا التركيب يمثل الصورة التي يُشكّل بها جزيء الدنا - وهذا كشف في حد ذاته مثير - لكنه كان يبين أيضاً طريقة عمله، كيف تعمل القواعد الأربع كأبجدية لكتابة تعليمات الجين. ولقد رأى واطسون وكريك، وغيرهما من العلماء الذين حضروا لمعاينة هذا التمثال المعدني، رأوا أنه ليس فقط مفيداً علمياً، وإنما هو أيضاً جميل ومثير للمشاعر: طريقة جليظة منمّلة، تؤدي بها الطبيعة أعظم مهامها.

بسرعة انتشرت أنباء الكشف من كمبودج. كان النشر الأول لاكتشاف واطسون وكريك في مجلة "نيتشر"، لكن الأنباء كانت قد بلغت بالفعل الكثيرين من العلماء قبل ظهور المقال. طبعي أن قد كان هناك متشككون، لكن النظرة الجديلة إلى الدنا قد حظيت بالقبول العام في العالم البيولوجي، لتقفز إلى أبعد من حدود العلم وتصل إلى أجهزة الاعلام. تمت المقابلات مع واطسون وكريك في كل مكان، وكُتبت عنهما الصحف والمجلات، وتحدثت عنهما البرامج التلفزيونية، بل لقد ظهر واطسون في صورة مع ريتشارد بيرتون على صفحات مجلة الأزياء "فوج".

ما أن قبل المفهوم الأساسي للنسخ الوراثي حتى بدأت الخطوة التالية وهي قراءة أجزاء منه. هنا أمسك بزمام القيادة فريد سانجر، الذي كان قد حصل على جائزة نوبل لعمله على جزيئات المروتين.. كان سانجر باحثاً

متمرساً له قدرة هائلة على العمل المعلمي الجهد وعلى النفور من الشهرة. كان عليه أن تطور تقنيات بحجة جديدة تماماً للعمل على الدنا، ولقد تطلب الأمر سنبها طويلة من الجهود الشاق قبل أن يتمكن من قراءة تتابعات كاملة من الدنا. وبحلول عام ١٩٧٠ كانت العشرات من الحروف الدناوية وقد قُرأت في نظم بيولوجية مختلفة؛ ليصل المدد بسرعة في عام ١٩٧٧ إلى الآلاف، وبلغ في الثمانينات الملايين، ثم بسرعة إلى عشرات الملايين. تميزت قفزة ١٩٧٧ بنشر أول جينوم كامل: النص الكامل لفيرس اسمه فاي - إكس - ١٧٤، في مجلة "نيتشر" أيضاً.

ما أن تمت سلسلة أول جينوم كامل حتى كان ستانلي كوهين وهيربرت بوير في كاليفورنيا وقد وصلا إلى تصور لطريقة تُقَصُّ بها قطعة من المعلومات الوراثية من كائن وتُنْقَلُ إلى آخر، بحيث يقوم هذا الأخير "بالتعبير" عن الجين الجديد - أي أن يقوم بتنفيذ تعليمات هذا الجين. وبحلول عام ١٩٨٢ كان قد طُرِحَ بالسوق أول منتج تجاري يركز على تكنولوجيا الدنا المعلوم - الإنسولين البشري المصنَّع بالبكتريا:

مع تقدم الدراسات على الجين، بدأت البيولوجيا تخطى وسيلتها المفضلة للاتصال: المجلة العلمية المطبوعة. يحمل الجين الواحد من التتابعات النوتيدية عددا يتراوح ما بين ٢٠٠٠ ومليون نوتيد؛ ولقد كان الكمبيوتر هو أفضل وسيط لهذه التجميعات الهائلة من البيانات - بل كان هو الوسيط العلمي الوحيد حقا. عندما ابتكر واطسون وكريك نموذجهما للدنا، لم يكن الكمبيوتر يثير اهتمام معظم البيولوجيين على الإطلاق. مرة قذف كريك في ازدرأ أحد المراجع وهو يقول: "الأفضل أن يستخدم الإنسان رأسه بضع دقائق، لا أن يستخدم آلة الكمبيوتر بضعة أيام". لكن، مع تقدم تحليل الجينومات، تقدَّم أيضاً التقاء البيولوجيا بالالكترونيات.

عندما أنشئء المستودعان الرئيسيان لبيانات مشروع الجينوم البشري - جينباتك بالمعمل القومي في لوس ألاموس نيومكسيكو، والمعمل الأوروبي

للبيولوجيا الجزيئية بهاندلوج في ألمانيا - كانا مركزين مجهزين على أفضل وجه. لكن، أصبح من الضروري أن يوسعا نحو ٢٥ مرة خلال السنين الأربع الأولى من التشغيل. وحتى مع هذا، ذكرت مجلة "ساينس" عام ١٩٨٦ أن البيانات قد طفت عليهما حتى غرقا!

في نحو هذا الوقت، كان حفل البيولوجيا الجزيئية يتحول تدريجيا نحو الكثرة - لا، والكمرة بالكمبيوتر الشخصي. لم يكن هناك في البداية إلا قلة من الشركات الكبيرة تستطيع أن توفر العتاد المكلف والبرمجيات الخاصة الغالية السعر المطلوبة للتحليل المكثف للبيانات البيولوجية. لكن، مع انخفاض السعر في الثمانينات وتوفر المنتجات الجديدة أصبح في مقدور كل معمل تقريبا أن يفيد من سرعة الكمبيوتر وقدرته. انهمكت شركات الراج في حملات تصميم برامج جديدة للبيولوجيين، وبدأ المقاولون يقيمون شركات تحمي أرباحها من بيع الخدمات البيولوجية للكمبيوتر والبيانات؛ وأخذت بنوك البيانات تحوّل معلوماتها، وأنشئ منها الجديد. ثم بزغ علم جديد - المعلوماتية البيولوجية (البيومعلوماتية) - واعترف به كأداة وصل ذهنية هامة ما بين ثورة المعلومات / الاتصالات والثورة البيولوجية. وبدأت تسهيلات جديدة تيجس في كل مكان. وفي عام ١٩٨٩ أنشأت المكتبة الطبية القومية للولايات المتحدة مركزاً لمعلومات البيوتكنولوجيا هدفه تسريع تدفق المعرفة بين الباحثين، ومن الباحثين إلى مبدعي التطبيقات الطبية. ولقد كان من بين أبرز معالمه نظام ذكي للتوصل يسمى حينئذ يمكن الباحثين من وضع الأسئلة بأسلوبهم ليتلقوا الإجابة معلومات ترد مباشرة من قواعد البيانات. وفي عام ١٩٩٥ افتتح قرب كامبريدج المعهد الأوروبي للمعلوماتية البيولوجية كمحطة عارضة تخدم الحاجات المتزايدة للباحثين الوراثيين من المعلومات.

طبيعي أن البدء في مشروع الجينوم البشري، بهدف للطموح لإنتاج سجل للتابع الكامل للمجينات لدينا الإنسان، قد أعطى دفعة هائلة لهذا الديو معلوماتي. ومثله أيضا فعل ابتكار الإنترنت.

والإنترنت ببساطة هو أسرع ما أنتج من نظم الاتصال ثمناً، وهناك من المتحمسين من يحدوه أعظم الابتكارات البشرية طراً. وليس أقل ما يقال عنه إنها أن حكومة الولايات المتحدة هي التي بدأتها أصلاً - أولاً كنوع من المستودع الفكري للبتاحون، ثم، وبعد أن تولت أمره المؤسسة القومية للعلوم، كأداة وصل معلوماتية للبحث والتعليم. لم يخطط له في الحق أحد كي يتنامى ليصبح هذه الشبكة الكُرْضية الهائلة. ولقد قالها كاتب عييت في "نيو ريبليك": إن الظاهرة بأكملها تين ما تستطيع الحكومة أن تتحزوه إذا لم تهتم بالموضوع.

يمكن للكلمات أن تصف الإنترنت وأن تصف "شبكة العالم أجمع" (شع أ) بطريقة عامة، لكنك لا تستطيع حقاً أن تكسب عن النظام بأكمله بتفاصيله أو بدقة بالغة. ذلك لسببين: أولهما أنه يحمل من المعلومات أكثر من أية مكتبة، وثانيهما أنه ينمو بأسرع مما يستطيع أحد أن يكسب ويطبغ وينشر كتاباً أو مقالا عنه.

تؤدي شبكة الإنترنت حالياً مهمة الطريق الإلكتروني العام للعالم بأسره، فربط ما بين هذا الحشد المتزايد من مواقع الشبكات وقواعد المعلومات. والحق أن مصطلح "الطريق العام" ليس سوى استعارة ضعيفة لنظام معلومات له هذا العدد الهائل من الوصلات، وله من السعة ما قد تَهْمَسُ معه الجغرافيا. لا شك أنه سيتطور، ولا شك أن ستتبدل به نظم أكثر وأسرع، نظم تتميز باتسجام أكثر بين أجزائها المختلفة وقدرة أوسع على نقل البيانات. لكن مداه الكُرْضي الحالي وسرعته فهما من الروعة ما يكفي. يقوم هذا النظام بعمل عشرات الللايين من العلماء والطلبة والبيروقراطيين والكتاب للأحورين وللرحمن - ثم أنه يخلق شبكة

معلومات علمية كرسية لم يسبق لها مثيل. وعلى هذا فإن ظهور الكمبيوتر وتكنولوجيا المعلومات لا يُستهل فقط عمل آحاد البحوث، وإنما يوفر أيضاً - للعلم ككل - بيئة للعمل جديدة تماماً - لاسيما بالنسبة لعلم الوراثة، علم المعلومات البيولوجية.

لقد تحولت البحوث الوراثية تماماً بتطوير لم يتوقعه أحد على الإطلاق عندما ظهر الفتح الأصلي لواطسون وكريك. لم يكن للوراثة الحديثة أن تتطور كما تطورت دون وجود قاعدتها التكنولوجية، تماماً مثلما لم يكن للأدب الحديث أن يتطور دون وجود المطبعة. والحق أن نظام المعلومات قد أصبح عقلاً فائقاً لا ككل العقول، تحمل ذاكرته النتائج الممعة لشبكة عالمية من العلماء. وفي أثناء ذلك أصبح الكمبيوتر أيضاً هو الاستمارة المفضلة لوصف الجين. لم يعد الدنا كتاباً كما كان يُقال، إنما أصبح - كما وصفه م. ميتشل والدروب، الكاتب العلمي - "نوعاً من الكمبيوتر عقلياً جزئياً". يوجه عمل الخلية وهي تبني نفسها وترسم نفسها وتتفاعل مع العالم الخارجي.

البيولوجيا تكفل عالم الإلكترونيات:

كانت أهمية تكنولوجيا الكمبيوتر في البداية تكمن في توفيرها طريقة لتخزين البيانات ونقلها؛ وهذه مهمة ذات شأن عظيم - يصعب أن نغالي في تقدير قيمتها لأن الكمبيوتر هو النظام الأوحده للمعلومات الذي صنعه الإنسان وبمكته أن يقرب من تعقيدات جزئ الدنا - لكن هذا لا يزال مجرد جزء من القصة.

ومع تحول البرمجيات لتغدو أكثر روعة، والاتحاد ليصبح أقل سعراً - وبعد أن اجتاز المعامل وحرّم الجامعات حيلَ جديده من البيولوجيين شب على ألعاب الفيديو بالكمبيوتر المنزلي - أصبحت تكنولوجيا المعلومات جزءاً من العملية البحثية ذاتها؛ إذ توحدت في كمال مع عمل العلم وفكره. يقوم

الكمبيوتر بإجراء القياسات والحسابات، وباعتبار النظريات، وتحضير مواد البحث. يستعمل البعض من الحاسبات الألوان والرسوم البيانية لمساعدة العلماء في التفكير في النشاط الوراثي - مثلما ساعد الصندوق الخشبي والدبابيس ت. هـ. مورجان، ومثلما ساعدت كومة الصحف الجميلة واطسون وكريك.

هناك الآن كوكبة كاملة متاحة من الآلات المُؤتمِّنة لمساعدة الباحثين، تحلّيء الحملات العلمية بإعلاناتها الملونة الخادعة. هل تريد أن تخلق بعض النسخ من تنابع جين عن طريق تفاعل البوليميرز المتسلسل؟ إذن فاشتر روبرت سايلكر سيستم من شركة ستراتاجين، لا ولن تدفع مبلغاً إضافياً نظير حقوق استخدام هذه التقنية المسجلة ببراءتها: "عندما تشترى روبرت سايلكر سيستم ستمجك شركة ستراتاجين الرخيص بلا مقابل". هل تود أن تقوم بِسَلْسَلَة جين ما؟ عليك بشراء السَلْسَلَة الجديد من يوكين إيلمر: "أنت لم تشهد قبلاً نظاماً يمثل هذه السرعة. إن جهاز ABI PRISM 377 الذي يستعمل الكشف متعدد الألوان وتكنولوجيا للتفريد الكهربى متقدمة، هذا الجهاز يولّد البيانات أسرع أربع مرات من جهاز ABA 373". هل تتعقب الطفرات؟ إذن فعليك بشراء نظام D GENE من شركة بيو - راد: "الأمر لا يتطلب أية خبرة كي تصبح صائد طفرات كفواً. كان تطبيق هذه التقنيات حتى الآن صعباً بسبب بطء الأجهزة. أما نظام D GENE فهو شح جديد في نظم الآلات، يسمح حتى للمبتدئين بأن يستخدموا هذه الطرق الفعالة بسهولة".

هناك نوع آخر من التمثيل اليوم معلوماتي يقرب من الواقع الحياتي لنا معظمنا، هو استخدام الكمبيوتر في دراسة الأمراض والتقنيات الجراحية، وفي تصور أسلوب عمل الجسم البشري. في أبريل ١٩٩٤ عُقد في أوسن تكسنس أول مؤتمر عالمي للطب الحاسبي والصحة العامة والبيوتكنولوجيا. يقول الاعلان التمهيدي الأول: "نستخدم الآن الآلات الحاسوبية ليس فقط

كأدوات استكشافية وإنما كأدوات للتشخيص والإنفلز. ولقد كان لظهور
بيئات حاسوبية رفيعة المستوى أن يُخلَّصنا إلى حد كبير من مشكلة زيادة
الواقع البيولوجي للنماذج الرياضية. لقد أصبح الواقع البيولوجي العلمي،
لأول مرة في تاريخ الطب، في متناول صانع النماذج البيولوجي.

تخطو الصُّوريَّة والنمذجة البيولوجية بخطى سريعة في أيامنا هذه - بسرعة
تضاعف كل ١٨ شهراً كما هو الحال مع سرعة الكمبيوتر. تطوَّر الآن
معاهد مثل المعمل القومي للطب، برامجَ حليلة لتحويل البيانات إلى صور،
برامج تكاد تكون للمعادل الفسيولوجي لمشروع الجينوم البشري. أنت تسمع
الآن عن "مشروع الإنسان المرئي" و "مشروع الجين المرئي" و "البرنامج
الرقمي لرحل التشريح". ممكناً هذه المشاريع من النظر داخل الجسم البشري
بشكل أكثر دقة وتفصيلاً مما كان قبلاً، لنخلق أثناء ذلك سبلاً حليلة
لممارسة الطب وتدريبه.

قام مشروع الإنسان المرئي (ويسمى أيضاً مشروع آدم وحواء) بالتقاط
آلاف من الصور لمقاطع تشريحية دقيقة من جثتين (ذكر وأنثى) ثم حُوِّلَت
هذه إلى بيانات رقمية يمكن استحضارها على شاشة الكمبيوتر وفحصها من
زوايا مختلفة وعلى مستويات من التفصيل مختلفة - كما لو كان الناظر
سوبرمان يرى بأشعة أكس.

مثل هذه النماذج تسمح للطلبة والمترسين أن يدرسوا أي عضو، وأن
يشرحوه ثم يغيروه ثانية كما كان (وهذا أمر مستحيل مع الجثة). يمكنهم
أن يوبطوا في الجسم ورَّما ثم أن يرقبوه ينمو، ويلاحظوا آثار الأمراض
والحوادث داخل الجسم. هذه تقنيات مشابهة من الصُّورية والنمذجة ممكَّنة
البرَّاج من رؤية صورة جزء معين من جسم مريض حتَّى مثلاً حوضه
الكسور أو جمجمته - ثم ممكَّنة من فحص مقاطع من الطعام للاستبدال
بوقتها في الكمبيوتر. ربما كان الجيل الجديد من "الإنسان المرئي" محاكيات

فيه حية يولدها كمبيوتر فائق، يجري فيها الدماء، وتقبط العضلات، وتحرك العظام والأعضاء.

ثم هناك النمذجة للدراسة التطور، فالكمبيوتر أداة عظيمة لتخليق نماذج بمرحلة مرفقة، تشخصات إلكترونية للعالم الواقعي - كائنات كما الأحياء يمكن أن تنظر إليها من زوايا مختلفة، تتصرف وتحرك، تتغير مع الزمن، تستجيب لما يحدث في بيئتها. ومع تقدم نظرية النمذجة وتكنولوجياها، سنرى قطعاً رائعة من فن الكمبيوتر وعلمه، كذلك الأعصية الإلكترونية "صغيراً" التي صممها توماس ربي بجامعة ديلاوير لتفحص النظرية الدارونية.

وتصوراً هذه عالم بأسره - عالم كمبيوتر يشبه العالم الحقيقي الذي كان منذ ملايين السنين، تسكنه كائنات رقمية بُرِجت لتحياتها وتكاثر وتكافح لإنتاج نسخ منها أكثر. في هذا العالم تنشأ تعقيدات هائلة. تنمو المخلوقات المبرمجة وتطفر، وتقع في أعطاء تؤدي إلى تغير تطوري. هي تتكاثر وتبائن. يفقد البعض منها قدرته على التكاثر، ثم يبقى كطفيليات، مثل الفيروس يستعمر تعليمات غيره من كانوا أكثر نجاحاً في تسليق سلم التطور.

يشهد العلماء أن يصلوا من تصور إلى نوع من تفهم جديد للفر الحياة الجوهرية: كيف تطورت النباتات والحيوانات المعقدة عن كائنات بسيطة تحت ميكروسكوبية، كائنات نشأت من تفاعل المواد الكيميائية في الشواش البدائي الذي كان منذ أربعة بلايين عام.

أما تقنية الكيمياء التوفيقية (والمعروفة أيضاً باسم التطور الجزيئي الموجه، وإن كان من الممكن أن تسمى في دقة باسم تربية الجزيئات بالانتخاب) فهي تفعل مَسْرُجَ الشيء الواقعي، إن يكن يُقَدَّم في معمل أكثر تقليدية، تُستعمل فيه جزيئات الدنيا والرناء بدلاً من برامج الكمبيوتر. تسلك الجزيئات بشكل ما سلوك الكائنات الكاملة، ثم أنها لا تتطلب حيزاً كبيراً - حيز أصغر حتى من مستنبتات البكتريا. وهذا يتيح للباحثين العمل على عشرات هائلة - فقد تتضمن التجربة عشرة ترليون جزيء تسبح في محلول

مركز. إذا ما عُرِضَت هذه إلى ضغوط مختلفة ومنبهات، تطورت - زادت قابليتها للقيام بأدوار كيميائية أساسية معينة، بل لقد تكسب حتى أدواراً جديدة. أما أكثر ما يعاب عليها فهو أن معدل تكاثرها بطيء نسبياً - يومان أو نحو ذلك. لكن العاملين من العلماء على هذا الجزء من داروينية التكنولوجيا الرفيعة، يعتقدون أنهم قد يتمكنون بتكنولوجيا جديدة من أن يرفعوا السرعة إلى نحو خمسين جيلاً في اليوم. يتطلب هذا البحث، بالطبع، الكمبيوتر ليتبع ترليونات الجزئيات. يشكل الباحثون فريقاً من الزملاء يعملون سوياً - من الناحية الذهنية لا الجغرافية. هم يعملون في معامل تفصلها آلاف الأميال، لكن الكمبيوتر يربط ما بينهم، وبياناتهم تنتقل إلكترونياً فيما بينهم.

والكيمياء التوفيقية، تماماً مثل مجالات البحوث التي تنشأ عن لقاء البيوتكنولوجيا بتكنولوجيا المعلومات (الإنفوتكنولوجيا)، هي علم بحث، وهي علم تطبيقي في آن. ينشد العلم البحث تفهماً أدق للطريقة التي بها حدث التطور. يفحص الباحثون في عناية وهندسة ما إذا كان هناك أمل في بلوغ مائدة أثيرة لدى كتاب الخيال العلمي، ألا وهي تخليق الحياة في أنبوبة الاختبار. قال أحدهم لمراسل صحفي علمي: "إذا تمكنا من الوصول إلى وضع تستطيع فيه الرناوات أن تتعجب بحث تقوم بنفسها بتضاعفها - بدلاً من أن نوجه التطور بأن نضيف إزيمات بروتينية تساعد على حدوث التضاعف - عندئذ لن يصبح الأمر تطوراً موجهاً، إنما تطور كافي نفسه بنفسه. والبعض قد يسمى هذا حياة.

ينشد العلم التطبيقي منتجات صيدلية، بيوكيماويات هدفها الأمراض، مثل تصلب الشرايين للضاعف. وهو يسهم في ثورة طبية تكشف في سرعة حتى أن معظم الأطباء لا يدركون تماماً ما حدث.

نداء إلى الأطباء:

في أواخر عام ١٩٩٣ نقلت النيويورك تايمز خبراً مفاده أن عالم الطب قد تعرض لوابل غير عادي من المقالات العلمية - أكثر من ١٥٠ تقريراً مختلفاً عن التقدم في الوراثة الجزيئية في إحدى عشرة مجلة - وابل نسقّه ولاية الأمر بالجمعيات المختصة. يقول الخبر: "بعد أن انتعشت الجمعية الطبية الأمريكية بأن التقدم في كل من البيولوجيا الجزيئية والوراثة الجزيئية يُحوّل الآن نظرية الطب وممارسته، فإنها تهيب بأطباء الأمة جميعهم أن يولوا الأمر اهتمامهم". قال واحد من قادة المشروع عن هذا الفيض من المقالات إنه "انفجار، قمة، بيان بليغ عن أهمية هذا الموضوع بالنسبة لصحة الانسان".

كانت الجمعية تحاول أن تبلغ أعضائها أن الاكتشافات الوراثة تُحوّل الآن كل ما هو مهم عند الأطباء والمرضى - المعارف عن أسباب المرض، عن وسائل العلاج، عن القضايا القانونية، عن القضايا الأخلاقية، عن كل شيء! تقول إحدى المقالات إنه لم يحدث منذ العصور الوسطى - عندما بدأ بعض الباحثين يتحركون حيثما نحو اكتشاف البكتريا - لم يحدث "أن أصبح المسرح مهيباً لتفكير جديد تماماً في أسباب المرض والعجز، مثلما يحدث الآن فيما يتعلق بتفسير المينوم البشري". وهناك آخر قد نبّه إلى أنه على الرغم من أن التفجرات المحسوسة الآن مذهلة، إلا أنها ليست سوى جزء غاية في الضئيلة مما سيُكشف". يستطرد الكاتب ليقول: "إننا في الحق قد بدأنا نرى قمة جبل الثلج".

ويظهر جبل الثلج :

سأحتتم استعراض الحوادث البيولوجية/ المعلوماتية هذا بتتبع: في السنين العشر القادمة -السنين الأخيرة من القرن العشرين والأولى من الحادي والعشرين- سيشهد العالم ترنيمة كالفلال من الثورات في علوم وتكنولوجيا البيولوجيا.

ربما كان أول ما سيجذب الأنظار هو الشيء الذي يقلق بال الجمعية العلمية الأمريكية - الثورة في الدواء. والواقع أن سيكون عدد من هذه الثورات، وسيكون أثرها الجمعي هو تحول عظيم في التشخيص والعلاج والمحافظة على الصحة - مع ثغورات مقابلة في أساليب الحياة الشخصية لكل فرد منا.

ستكشف في الوقت نفسه ثورة في الزراعة لا تقل إثارة أو عظورة عن ابتكار الزراعة منذ عشرة آلاف عام. وهذه ستجلب أخذية جديدة، وطرقا جديدة لإنتاج الطعام، وصورا جديدة من الأطعمة القديمة، ومنتجات غذائية جديدة غير زراعية (كالأنوية)، وانقفاضة هائلة في التجارة الدولية، ومجموعة جديدة تماما من المداعل للتنمية الاقتصادية، ووفرة من الجدل!

وفي غضون ذلك ستقوم ثورة بيو- صناعية تغير الكثير من أنواع التصنيع وتقدم مصادر جديدة للطاقة والمواد الخام الكيماوية - وستخلق في نفس الوقت صناعات جديدة تماما وتقضي على بعض الصناعات الحالية. وعلى طول الطريق ستبني ثروات، وتضيع لا شك ثروات شركات وأناس لم يتنبهوا إلى ما يصدر عن المعامل من أنباء. والأهم أن هذه الثورات لن تحدث ثم تنتهي، بل ستكون ثورات مستمرة، تعتمد على نفسها وتتمو.

قد يبدو كل هذا حائسا للأفئس، لكن التنبؤ ليس بمخاصة عفوفنا بالمخاطر. فإذا كان ثمة من شيء، فإن هذا التنبؤ محافظ، بل إنه لا يكاد يكون تنبؤاً لأن كلا من الثورات التي ذكرتها فيما سبق تمضي الآن قُلماً، ويمكن لأي عالم متمكن في الفروع المختلفة التي نسميها البيوتكنولوجيا أن يتخوك أن الفتوحات تتم الآن بمعدل ملحل. على أن معظم العلماء الأكفء هم أيضا متعصبون. هم إذن يعرفون ما يجري في ميدانهم، لكن القلة منهم فقط يمكنهم أن يجمعوا الأجزاء جميعاً في كل كامل - وهذا الكتاب يهدف إلى تجميع الأجزاء.

المسير في عالم الجين

بعض هذه الأجزاء تتعلق بما نسميه البيوتكنولوجيا. والبيوتكنولوجيا معلومات. ويلزم أن يكون هذا واضحاً تماماً، وهناك من لا يفهمون هذا كما يجب، مثل الباحثين عن حق التملك الكامل لقطعة من البيوتكنولوجيا أو أكثر، ومثل من يحملون بالقضاء على هذه التكنولوجيا قضاء مبرماً.

والبعض الآخر من هذه الأجزاء يتصل بالإيكولوجيا ودراسة المحيط الحيوي - لأن لتكنولوجيا المعلومات أثراً ضخماً على طريقة تفكيرنا في الحياة على الأرض. هي لا تغير فقط من عمل العلماء، إنما تغير أيضاً كل ما نتحدث عنه وبقلقنا. لقد احتلت المعلومات الإيكولوجية موقعا مركزيا في السياسة، وهي قوة رئيسية في تشكيل مجتمع كُرْضِي جديد.

وهذا المجتمع الكرْضِي الجديد هو مجتمع يوم معلومات صَنَعَه الجميع مثل هذه الأجزاء - التقاء العلوم والتكنولوجيات بما فيها البيوتكنولوجيا، وعلوم الأراضي، والإيكولوجيا، وتكنولوجيا المعلومات/ الاتصالات.

في الفصول التالية ستفحص الأجزاء المختلفة لهذا التقارب، لتحرك ما بين الكرة الأرضية والجين، ما بين الماكرو والميكرو، وتوقف بينهما في بضع محطات. دعنا نبدأ بمستوى الميكرو - بالبيوتكنولوجيا، تلك الموجة الزعزعة من النشاط التي نَمَتْ في سرعة غريبة عن البحوث الوراثية لتبدأ الآن في كشف قدراتها على تغيير العالم.

الفصل الثاني

البيوتكنولوجيات الدقيقة:

حَشْدٌ من الثوار

إننا نحيا الآن المراحل الأولى من الثورة البيولوجية، وإن كان ادراكنا هذه الحقيقة لا يزال مبهما - ثورة القرن العشرين التي سيكون أثرها في حياة البشر أبعد بكثير من أثر الثورة الميكانيكية العظيمة للقرن التاسع عشر، أو الثورة التكنولوجية التي نمر بها الآن.

— جوردن والتراي تايلور.

أشهد الكثير من المؤتمرات عن قضايا البيوتكنولوجيا. ثمة ملمح يتكرر فيها جميعا - صدَّقني - وهو أن يقوم شخص يعمل بشركة للبيوتكنولوجيا ويتخذ مكانا على المنصة، ثم يبدأ قائلا إن البيوتكنولوجيا ليست في الواقع جديدة على الإطلاق. أمَّا ترون أن الناس قد بدأوها من آلاف السنين؟ هناك بعيدا بعيدا في الأزمنة القديمة كانوا يستعملون البكتريا في صناعة الزبادي والجبن وفي تخمير البيرة.

وهذا صحيح حرفيا وإن شأته مسحه من خلداع. صحيح أن التخمر يقع داخل التعريف القياسي للبيوتكنولوجيا، وصحيح أن الناس كانوا يستعملون البكتريا استخداما فعالاً قبل فجر التاريخ - على الرغم من أنهم لم يعرفوا حقا بوجود البكتريا إلا في منتصف القرن التاسع عشر.

لكن المقارنة توحى بأن شيئا لم يتغير، وهذا تحللٌ محطوبٌ لمتلازمة "إننا لا نلاحظ". لقد تغير شيء في غاية الأهمية. إن التعمر وأنت تعلم أنك تستعمل البكتريا يختلف عن التعمر عندما تصنع شيئا من مادة خام في وعاء ثم يجرى له أمر غريب. ثم إن التعمر عندما تعرف المصفرة الوراثة للبكتريا هو الأمر شيء مختلف. أما التعمر عندما تكون عمليا قد صنعت البكتريا - واستعملتها في إنتاج دفعة من هرمون النمو الأدمي - فهذا حقا شيء مختلف جدا.

يستخدم الناس البكتريا الآن (وغيرها من الكائنات الدقيقة، ونباتات أخرى وحيوانات) بطرق جديدة تماما. ولقد نشأت هذه الاستعمالات الحديثة عن قاعدة تنتمي من المعارف الوراثة. وهذا الانفجار المعلوماتي في حد ذاته هو واحد من أكثر التحولات الثورية التي حدثت على ظهر كوكبنا سرعة وروعة - ونخطيء إذا اعتدنا شيئا أقل من ذلك. والواقع أنه ليس ثورة بيولوجية واحدة. إنه عدد من الثورات يحدث في آن واحد.

الثورة البيولوجية : ماذا تكون وماذا لا تكون

لم تحدث الثورة البيولوجية قبلا - وأصعب بهذه الثورة تلك الصور المختلفة من البيوتكنولوجيا المرتكزة على علم الوراثة الحديث وعلى اللقاء اليوم معلوماتي. إنها تشبه ثورات أخرى وقعت قبلا - الثورة الصناعية ، وابتكار الزراعة، و(نعم يا سيدي) اكتشاف التعمر - لكنها حقا فريدة في نوعها وتفتح فصلا جديدا في التاريخ البشري.

لكن هذا لم يتضح حقا حتى الآن. يجد الناس صعوبة في فهم ما يجري الآن تشكيله، والكثير مما يجري الآن من مناقشات حول البيوتكنولوجيا هو مجرد محاولات لتصفها عن طريق مقارنتها بأشياء أخرى. يتم الحوار جزئيا بلغة العلم، لكنه يمضي أيضا باستعارات يُصوّر ما يشبه هذا العلم الجديد.

نلجأ إلى الاستعارات عموماً لفائقتها في تفهم جدول الأعمال السياسي للمتحديث.

أما من رفعوا السلاح في وجه البيوتكنولوجيا فيجبون أن يقارنوها بالكيمويات العضوية الخطورة - مبيدات الأعشاب ومبيدات الآفات التي عنها كتبت راشول كارسون - وبالطاقة النووية التي وعدتنا بالطاقة النظيفة ثم أهدتنا شرنوبيل. هم يزكون إصدار تشريعات صارمة تحد من استخدامات البيوتكنولوجيا أو تفلطم الأمر بحيث تخفي تماماً - وذلك أفضل جداً. أما التشبيه الأثر لديهم فهو إعادة الجنيّ ثانية إلى القمقم.

وأما أهل الصناعة فيفضلون مقارنة البيوتكنولوجيا بالصناعات الأخرى - كصناعة السيارات والإلكترونيات - التي تمتعت فيها أمريكا بحيزة تنافسية مبكرة لم تُعد لها الآن. و جدول أعمالهم المفضل هو بالطبع تهوية مناخ حميم تزدهر فيه الصناعة وتحفظ فيه أمريكا بوضعها القيادي بين الدول الأجنبية المنافسة. من السهل جداً أن يُعادل العلم بالصناعة، لاسيما في الولايات المتحدة السعيدة بصناعاتها. بل وسنجد أن كارهي البيوتكنولوجيا يميلون أحياناً إلى هذا لأنه يعني أن كل الهدف من البيوتكنولوجيا هو كسب المال. لكن هذا ليس حقاً هو السبيل إلى تفهم ما يجري. صحيح أن هناك من يحاول أن يثرى من وراء البيوتكنولوجيا، وهناك أيضاً من يحاول أن يثرى من وراء الدين - وقد يكون حفظه من النعاج أكثر - لكن لا يمكن في أي من الحالتين أن تحتزل الظاهرة الكبرى ببساطة إلى الاستثمار الاقتصادي .

مفيدة فعلاً تلك المقارنات والاستعارات التي استعملت في الجدل العام حول البيوتكنولوجيا، لكنّها لها حدودها. فليذا كان لنا أن نفهم الثورة البيولوجية وأن نتعسرط في جدل عصب حول ماهيتها ومغزاها بالنسبة لحياتنا، فنستصل إلى تعريف أفضل - إلى إطار أرحب وأكثر ملاءمة. وإذا لم

نفعل، فالأغلب أن نهدر الكثير من الوقت والطاقة فيما يسميه رجال الادارة "مشكلة للمشكلة الخطأ".

البيوتكنولوجيا معلومات من صنف خاص وجمع جدا - معلومات بشرية (منطوقة، مكتوبة، مطبوعة، تُقَع بها إلى الكمبيوتر) حول معلومات وراثية. هذه معلومات أتاحها تحول تطوري، لقاء البيولوجيا بتكنولوجيا جديدة للمعلومات / الاتصالات. لم تكن هذه ببساطة موجودة في عالمنا حتى عهد قريب. ومع تطور هذه المعلومات يتج تفهم جديد - تبصرات جديدة في مواضيع كمثل: كيف يعمل التطور، كيف تورث الصفات، ماذا يحدث عندما يهاجم الفيروس الجسم - وتطبيقات جديدة أيضا. يتعلم الناس كيف يقومون بأشياء كانت مستحيلة قبلا، وأن ينفذوا أشياء قديمة بطرق جديدة.

الأدوية الجديدة :

يستطيع بعضهم - ممن يمتنون الطب - أن يشخصوا بعض الأمراض بصورة أسرع وبدقة أكبر. وعلى الرغم من أن التشخيص قد يكون أقل استخدامات البيوتكنولوجيا شهرة، إلا أنه هو المجال الذي كان له أكبر أثر فوري. من بين أسباب ذلك أن عدة التشخيص تمر عبر الموافقات الفيدرالية بالولايات المتحدة بصورة أسرع بكثير من الأدوية ومن تقنيات العلاج.

من بين البيوتكنولوجيات الأقل شهرة هناك استخدام الأجسام المضادة النقية - فهذه لم تحظ من الانتباه إلا بأقل القليل مقارنةً باللدنا المطعوم، وإن كانت أوفر منه اتجاها في الستين المبكرة من عصر المعلومات البيولوجية. والأجسام المضادة بروتينات يصنعها الجسم للدفاع عن نفسه. هي تتحرك لمواجهة أي جزيء غريب (أنتيجين) وتشابهك معه حتى تقضي عليه. أما الشيء العجيب عن الجسم المضاد فهو نوعيته. إنه مكيف بالضبط للملاحة عدوه. فالجسم المضاد لأحد فيروسات الانفلونزا ليست له أدنى فعالية ضد أي فيروس آخر. وكما قال كتاب مرجعي: "إن الأمر يبدو كما لو كنا

نحمل داخل أجسامنا جيشاً عرمرماً نالماً، مؤلفاً من ١٨ بليون جندي، لا تستيقظ أية كتيبة منه إلا عند اقتراب علو يرتدي بزة عسكرية ذات لون معين"١.

حُدِّد التركيب الأساسي للأجسام المضادة عام ١٩٥٩. كان الواضح أنَّ لها استخدامات عديدة متوقعة في البحث العلمي والعلاج، لكنها كانت غالبية السعر بشكل فظيخ، كما كان من الصعب توفرها بالمقادير المفيدة. وفي عام ١٩٥٧ اكتشف فريق من باحثين في إنجلترا (سيزار ميلشتاين وجورج كوهلر) طريقة لاتاجها بالجملة وذلك عن طريق دمج خلية جسم مضاد في خلية سرطانية - تنتج خلية هجينة (تسمى هيريدومة) لها خصائصهما معا: تُنتجُ الجسم المضاد وتكاثر نفسها إلى مالا نهاية. أهمل ميلشتاين وكوهلر - عن تفكير - تسجيل براءة اكتشافهما، فبزغ فعلا ما بين يوم وليلة علم جديد وتكنولوجيا جديدة وصناعة جديدة. تظهر في كل عام عشرات الآلاف من خطوط هيريدومات جديدة، وفي عام ١٩٨٤ أنشئ "بنك بيانات الهيريدومات" كمصدر مركزي للمعلومات عنها.

ولأن الأجسام المضادة نوعية، فإنها تصلح في جمال للتشخيص. ولما كانت عُدَّة التشخيص تُستخدم للاختبار "في الأنبوب" (في المعمل الطبي) لا داخل جسم الانسان، فإنها لا تحتاج إلى المرور في الاجراءات الصارمة لاعتبارات الأمان. يكفي أن يبين المصنع أنها تعمل. وعلى أواسط الثمانينات كان قيد الاستعمال فعلا عُدَّة لتشخيص الأمراض التناسلية البشرية، والالتهاب الكبدي ب، وغيرها من الأمراض الفيروسية، وطفق المراقبون يتحدثون عن "ثورة" في التشخيص. هذه هي المرة الأولى التي أستخدم فيها كلمة "ثورة" (وسأستخدمها مراراً) فيما يتعلق بأثر البيوتكنولوجيات المختلفة في المجالات المختلفة. ولقد نتج عن تطويرات حديثة، في هذا المجال نفسه، عُدَّة تشخيص للاستعمال المنزلي. هذه ثورة

أخرى سنتناقشها في فصل تال، لأنها تتعلق "بالعناية بالذات" مثلما تتعلق بالصور القياسية للممارسة الطبية.

مكثنا لقاء البيولوجيا والمعلومات من شيء كان من المستحيل قبل أن ينجزه خبراء التشخيص - أن يخبروك بالمرض الذي سيصيبك أو سيصيب طفلك قبل أن يولد. إن القدرة التنبؤية للفرز الوراثي في الوقت الحالي مقصورة على مجال ضيق جدا من المشاكل. هذه واحدة من أكثر مجالات البيوتكنولوجيا حساسية للعلاقات، لأنها تعني أن التشخيص يسبق العلاج عمرا: يستطيع العلم الطبي أن يحدد بدقة - عالية في الغالب - جينات أمراض ليس من يعرف لها علاج.

تمكن العلماء باستخدام تكنولوجيا الدنا المطعوم - وقد تكون هذه هي أشهر البيوتكنولوجيات - من تصنيع بروتينات للاستعمال الطبي، وذلك بإيلاج جينات بشرية داخل البكتريا. استعملت هذه الطريقة في البداية لتصنيع بروتينات (كالانسولين الآدمي أو هرمون النمو) تكاد تطابق تلك التي ينتجها جسم الانسان. أما المرحلة الثانية، التي بدأت فعلا، فهي "هندسة البروتينات"، وفيها يقوم الوراثيون بتحويل البروتينات حتى تصبح أكثر فعالية - أو حتى بتخليق بروتينات ليس لها في الوجود نظير.

عندما قمت بزيارة اليابان عام ١٩٨٧ لإجراء مسح عن تقدمها في البيوتكنولوجيا، وجدت معها هائلا جديدا لبحوث هندسة البروتينات، ساهمت في تمويله يلايين اليّات: الصناعات والحكومة الوطنية. كان الهدف منه إجراء البحوث الأساسية على التركيب البالغ التعقيد للبروتينات - البحوث الأساسية التي ستقيم بنوك المعلومات للأجيال القادمة من مهندسي البروتين.

والبروتينات - في نهاية الأمر - هي أسس كل ما يشكل الكائنات الحية وأسس كل ما تفعله. هي التي تبني شعرنا وجلدنا وعظامنا - وهي أيضا

التي تبني الأغذية والألياف التي نحصلها من النباتات والحيوانات المستأنسة. وهي الهرمونات التي تنظم دوافعنا الجنسية، والإنزيمات التي تهضم طعامنا، والأحماض المضادة التي نقاوم بها الأمراض.

يُخلَق البروتين داخل الخلايا، تحت توجيه الجينات، ومن الممكن تحويل هذه التوجيهات. وتكنولوجيا تغيير التوجيهات -أي هندسة البروتين- هي مصدر واحد جداً لعلاج الكثير من الأمراض، وهي الابن الشرعي للقاء البيولوجيا والمعلوماتية. فمما نُشر بمجلة يومية يصفها في ذكاء بأنها "تُهجن ما بين تشذيب الجينات ونَمْلَحَة الكمبيوتر".

الأمر يتطلب وقفة هنا لنقول إننا نتحدث عن طريقة مختلفة جديدة لإنتاج العقاقير العلاجية. تَطوّر علم العقاقير في الماضي على مراحل. في البداية، استعبد الناس ما يجدونه أمامهم في الطبيعة، مثل النباتات الطبية. ثم بدأوا بعد ذلك يزرعون ويحصلون البعض من هذه النباتات. ثم تعلم العلماء، مؤخراً جداً في الحقيقة، كيف يركّبون المقومات الفعالة. أما في الوقت الحالي فيُكتشف الكثير من العقاقير الجديدة إذ يقوم التقنيون في حمية بفرز واختبار الآلاف بل والملايين من المواد. وهذه في حد ذاتها تكنولوجيا بيومعلوماتية يستزايد صقلها: هناك شركة في وادي سليكون قد طورت عملية يمكن بها للباحثين أن يركّبوا مركّبات مختلفة على رقائق سليكون وكرات ميكروسكوبية الدقيقة، ثم أن يختبروا إمكانياتها الطبية. وهناك على مقربة منها شركة أخرى، شركة شامان للعقاقير، تبحث بباحثيها يجوبون العالم، حتى القرى والأدغال، لدراسة الممارسات المحلية للمداواة، بحثاً عن النباتات الاستوائية المفيدة طبيًا، لتُفرز مركباتها وتُتَرس في معامل الشركة بأحدث التكنولوجيات: مزج جديد للتقديم مع الحديث، صورة أخرى من الشبكة الكرونية البيومعلوماتية .

تمضي هندسة البروتين الآن في مضمار تطورها: يُنتج الجيل الأول من هندسة البروتين تغيرات طفيفة في البروتينات الموجودة. أنتجت صورة عمرة من الصبغين (وهذا بروتين بكثري يستخدم في المنظفات) تبقى لا تضيق في وجود مواد التقصير؛ أنتجت صور أكثر فعالية من أدوية مثل يتا إنترفيرون؛ أنتجت إنزيمات صناعية تعمل بشكل أفضل تحت درجات الحرارة العالية. وقد يستغل الجيل الثاني من "البروتينات التفصيل" في علاج السرطان، وفي معالجة الماء، وفي صناعة بلاستيكات جديدة ومنسوجات ومواد صناعية. أما الجيل الثالث فقد لا يأتي وقد يكون على وشك الظهور - حسب تقديرك للأمور - إنه النانوتكنولوجيا: كمبيوترات بروتينية بالغة الدقة، ماكينات بروتينية تحت ميكروسكوبية يمكنها أن تبحر في تيار الدم لمقاومة مرض أو إصلاح عطب بالجسم. ونحن الآن في مكان ما بالجيل الأول - وربما كنا نتحرك نحو الجيل الثاني. لكن المؤكد أن هندسة البروتين قد بدأت، وأنها بلا جدال ثورة في الطب.

في نفس الوقت، هناك ثورة أخرى في الطب قد بدأت - العلاج بالجينات. قد يكون العلاج بالجينات هو أوضح سبيل لاستخدام المعلومات الوراثية. عرف العلماء منذ فترة أن الكثير من الأمراض الخطيرة ينتج عن جين واحد معطوب. هناك قائمة يزيد عددها على المائتين من مثل هذه الأمراض، منها الخلل العضلي، وأنيميا الخلايا المنجلية، والتليف الكيسي، والميوفييا، وعدد من أمراض الوهن الوراثي للجهاز المناعي تشبه الإيدز. وربما كان من أسوأها مرض نقص المناعة المشترك الحاد الذي يعرف باسم "مرض طفل الفقاعة"، فهذا المرض يؤدي إلى جهاز مناعي مشوه حتى يلزم أن يحمى المصاب به في بيئة محمية - كالفقاعة البلاستيكية التي عاش بداخلها صبي لمدة اثني عشر عاما حتى مات في النهاية بسبب عدوى أصابته عند محاولة ازدياع نخاع عظامه.

والآن، يدلو من المنطقى جدا أن نقول إنه إذا ما كانت الجينات هي السبب في مشكلة، فقد يكون الحل جينات أخرى - سيكون العلاج الأفضل هو إدخال بعض الدنا السليم في الجسم بحيث يبدأ الجزء غير العامل - أيا كان - في العمل على الوجه الصحيح. ورغم ذلك فقد ظلت الغالبية العظمى من العلماء لسنين طويلة يعتبرون فكرة العلاج بالجينات فكرة مستحيلة. ولا شك أن قد كان للعلاج بالجينات - عاجلا أو آجلا - أن يتجاوز هذه الشكوك ويصبح جزءاً من الطب السائد. ولقد حدث ذلك بأسرع من المتوقع، إذ جُربَ بالفعل في أوائل التسعينات على يدي رجل عنيد غاية في العناد اسمه الدكتور فريتش أندرسون.

كان فريتش أندرسون، وهو الآن بكلية الطب جامعة جنوب كاليفورنيا، شخصا ورت على ما يدلو بمجموعة رائعة من الجينات - هكنا وصفته مقالة ظهرت بإحدى المجلات منذ بضع سنوات. شب وترعرع في تولسا أو كلاهما حيث تمكن من القراءة والكتابة والحساب قبل أن يدخل الحضانة، وعندما بلغ الثامنة كان يدرس الكتب الجامعية. وعلى الرغم من أنه كان متعتا يتهته، إلا أنه تخطى هذه العقبة بتصميم لا يلين - أبداه أيضا فيما بعد في حياته المهنية - ليصبح نجما في فريق المناظرات بالمدرسة الثانوية. ولقد أبدى تميزا أيضا في الألعاب الرياضية، وحظى بمنحة دراسية في هارفارد، كما طرات له وهو طالب بالكلية الفكرة الأصلية لعلاج الأمراض الوراثية. في نقاش له مع محاضر زائر كان يتحدث عن جزيء الميموجلولين (الذي ينقل الأكسجين في مجرى الدم) وصورته المنحلية التي تسبب نوعاً من الأنيميا الحادة، اقترح أندرسون إمكانية علاج هذا المرض بتحويل جين الميموجلولين، فرفض الفكرة بازدراء، لكنه سمع كلمة طيبة من أستاذ آخر شجعه على ألا يهجر الفكرة وأن يفكر فيما إذا كان من الممكن أن تنفذ عمليا.

بعد أن أنهى أندرسون دراسته بكلية الطب جامعة هارفارد، عمل باحثاً بالمعاهد القومية للصحة (م ق ص) براشنتون دي سي، وهناك طور في بدء أول تجارب العلاج بالجينات. قدم اقتراحه للعلاج البشري إلى اللجنة الاستشارية للدنا المُنقَّم التابعة لـ "م ق ص" فرفضته. وأخيراً، وفي عام ١٩٨٩، وافقت اللجنة على إجراء أول بحث. لم يكن هذا محاولة لعلاج مرض، وإنما كان تجربة على مريض متطوع في أيامه الأخيرة، لبحث ما إذا كان من الممكن أن يُستعمل أحد الفيروسات الارتجاعية (المصنوعة من الرنا لا الدنا) لنقل جينات واسعة إلى داخل جسم الإنسان، ثم أن يُعبَّر عنها (تعني أن توجّه عملية لصناعة بروتين). ولقد وجد حتى هذا الاعتبار من يعارضه باللجنة. ثم أُجِّل الاعتبار ثانية بسبب قضية رفعتها مؤسسة جيمس ريفكين للتجارب الاقتصادية. نجح الاعتبار على أية حال، وفي يوم ١٤ سبتمبر ١٩٩٠ أجرى أندرسون وزملاؤه أول تجربة حقيقية للعلاج بالجينات.

كانت المريضة طفلة تبلغ من العمر خمس سنوات، تعاني من عجز وراثي عن صناعة إنزيم اسمه أدينوزين ديهامينيز أو "أدا". يقوم الجسم في غياب أدا بتجميع مادة كيميائية تقتل خلايا "ت"، وهذه خلايا أساسية للجهاز المناعي. كان جسم الطفلة لا يستطيع الدفاع عن نفسه ضد أي مرض: الزكام مرض خطير، أما جدري البقر فقد يكون قاتلاً. ومنذ أن اكتشف والداها طبيعة مرضها أنفقت الطفلة معظم حياتها في معزل، وفراً لها أفضل العلاجات المتاحة - كانت تحقق كل أسبوع بصورة من أدا مأخوذة من الأبقار - لكن هذا لم يُشفر جهازها المناعي.

لو أنك حضرت الواقعة التاريخية لإجراء أول "عملية" وراثية، لما رأيت سوى عملية نقل دم بسيطة. لكنها لم تكن أبداً بسيطة، لقد كانت ذروة إجراء غاية في التعقيد تم تطويره عبر سنين العمل المعسلي واختبار لمكوناته المختلفة. قبل العملية بعشرة أيام أخذ العلماء بعضاً من دم الطفلة، وفصلوا منه كرات الدم البيضاء، ثم أضافوا إلى جسمها نائبة الكرات الحمراء

والبلازما. وفي معمل قريب حققوا الكرات البيضاء هذه بصورة مُحَوَّرة من فيروس لوكيميا الفأر. كان المطلوب أن يعمل الفيروس كناقل - حصان طروادة لإدخال الجينات الجديدة إلى جسد الطفلة. هذا ما تقوم به الفيروسات وهذا ما يجعلها خطيرة: هي تهاجم كروموزومات خلايا العائل وتندفع الخلايا إلى إنتاج فيروسات أكثر. كان قد تم تجريد الفيروس من إمكانية تنفيذ جدول أعماله، وكان يحمل بدلاً عنه جين أدا البشري. وبعد عشرة أيام من تنمية كرات الدم البيضاء المعالَجة وراثياً أُعيدت إلى جسم الطفلة بعملية نقل دم أخرى - وكانت هذه هي أول "عملية" علاج بالجينات.

في السنة التالية قام أندرسون وزملاؤه بعلاج فتاة أخرى تعاني من نقص أدا. وفي مايو ١٩٩٣ ظهرت الفتاتان في مؤتمر صحفي تبدا عليهما الصحة والسعادة. لقد أكدت العمليتان أن العلاج بالجينات ممكن بعد أن كان يعتبر أمراً مستحيلاً.

والعلاج بالجينات ليس مجرد علاج لضحايا المآثي مرض أو نحوها من أمراض الجين الواحد - وإن كان في هذا وحده ما يكفي. وهو يعدُّ بأن يصبح وسيلة مألوفة للعلاج، ليس فقط للأمراض الوراثية كالتليف الكيسي، وإنما أيضاً لأمراض أخرى مثل بعض أنواع السرطان. في أواخر عام ١٩٩٤ أجرى فريق في ماستشوستس أول "عملية مجازة" وراثية - وذلك بحقن جينات في عضلات ساق رجل كان يواجه احتمال بترها بسبب انسداد في أحد الشرايين. حُقِنَ إذن جين يُشَقَّر لانتاج مادة تسمى "عامل نمو بطانة الأوعية الدموية" (ع ن ب أ د)، وهذا يشجع ترمع أوعية جديدة من الشريان. تستعمل بعض الأورام هذه المادة في تنمية أوعية دموية جديدة لتوفر لنفسها الغذاء، كما تستعمله الأجنة في بناء الأوعية الدموية؛ لو أثبت هذا النوع من العلاج نجاحاً، فسيكون هو الآخر ثورة جديدة - هذه المرة في علاج أمراض الأوعية الدموية.

سيأخذ العلاج بالجينات بلا شك مجراه الطبيعي من الأجيال ومن التهذيب. ثمة تقدم مرجح يأتي عن التحول: من العلاج "في الأنبوب" الذي تؤخذ فيه الخلايا من الجسم ثم تُعامل وراثياً لتُعاد ثانية، إلى علاج "في الحى" نوعي" النسيج، تولج فيه الجينات السليمة مباشرة إلى خلايا المريض؛ ومن العلاجات التي يلزم أن تُكرر إلى علاجات توفر الشفاء على مدى العمر. أما التحول الأكبر، الذي يثير الآن بالفعل الكثير من الجدل السياسي والعلمي، فسيكون هو الوثبة من العلاج الجسدي - حيث التأثيرات لا تورث - إلى علاج الخط الجرثومي، الذي تحور فيه الجينات بالخلايا التناسلية.

ثمة طريقة تسمى "تكنولوجيا التعطيل" تمنح مدخلاً آخر إلى العلاج بالجينات، واسمها لا شك سيسعد كارهي البيوتكنولوجيا - وهذه طريقة لإيقاف عمل الجين فلا ينفذ المهمة التي يقوم بها طبيعياً؛ الطريقة بشكل ما عكس التطعيم الجيني. وهذا المدخل معروف جيداً في الأغذية النباتية: فإيقاف عمل الجين الذي يُنتج عامل الإنضاج في نبات الطماطم يتسبب في إطالة عمر الثمار على الرف معروضة للبيع - وربما أيضاً ثمار فواكه وخضروات أخرى. لكن قد تجوز نفس الخدعة أيضاً على خلية منجلية تنتج بروتينا مدمراً في جسم الإنسان. فكل الأمراض هي في أساسها أنشطة جزئية بروتين خبيث، يقاومها الجسم بإنتاج أجسام مضادة ترتبط بها وتمنعها من العمل. يقوم الطب عادة، لمهاجمة المرض، باستخدام عقاقير تؤدي تقريبا نفس فعل الأجسام المضادة، لكن هذه العقاقير قد تهاجم أيضاً بروتينات أخرى لتسبب آثاراً جانبية غير مرغوبة. ينهك الكثير من الباحثين الآن في محاولة لتصميم جزيئات تعطيل قد تصبح هي الأسلحة الصحيحة ضد أمراض مثل ملاريا المريس الفيروسي، أو قد تستعمل كعلاج لإيقاف انتشار الخلايا المسببة لتصلب الشرايين على الجدران الداخلية للأوعية الدموية، وفي عملهم هذا يراقب الباحثون آخر الأنباء على جبهة

الجنوم البشري، لأن بياناتها تعتبر مصدراً رئيسياً يجعل لتكنولوجيا التعطيل معنى.

في نفس هذا الوقت يقول رجال علم المناعة إننا على وشك أن نرى الكثير من الفاكسينات الجديدة: ليس فقط فاكسينات ضد أمراض لم يسبق أن كان ثمة تحصين ضدها، وإنما أيضاً طرق جديدة لإدخال الفاكسينات إلى الجسم - كالحبوب ورشاشة الأنف بل وحتى الفاكهة للمهندسة بيولوجيا.

ليس بين كل ما ذكرته من التطورات الطبية موضوع واحد لم يوصف بأنه ثوري. ستتطور كل واحدة من هذه الثورات، ثم إن البعض منها - بطرق مختلفة لا يمكن التنبؤ بها - سيلتقي مع تكنولوجيا أخرى مثل الجراحة بالليزر - فإذا ما اهتزت الأرض من تحت الكثير من مجالات الممارسة الطبية - من التشخيص وحتى الجراحة - فلا بد أن يبلغ بنا التحفظ مبلغ الحماسة قبل أن نقول إن لا شيء كثيراً يجري!

وراثـة السلوك:

ثم هناك وراثـة السلوك وما نقوله من أن سلوكيات الإنسان تحددها الوراثة. منذ بضعة عقود كانت هذه الوراثة تحظى بمسحة غاية في السوء عندما انقلب الناس ضد العنصرية، والجنسانية، والعلم الرديء القبيح لدى أوائل المتحمسين. أما الآن فنقرأ كل يوم في الأخبار تقارير عن بحوث تكشف عن عوامل وراثية: لمرض الهوس الاكتيبي، وبعض صور الشيزوفرانيا، وإدمان الكحوليات، بل وحتى الشنوذ الجنسي. هذه مادة متفجرة، لأن الجدل حول أسباب مختلف أنواع المرض العقلي والخصائص الشخصية، جدل قديم ومعقد ومرير، وهو عـمـ المصالح الحيوية ليس فقط للباحثين والمعالجين، وإنما أيضاً للجامعات، ووكالات التمويل، والحكومات، وأولياء أمور بعض مرضى العقل - وبالطبع، مرضى العقل أنفسهم.

كانت الخطوط الرئيسية للمعركة بين مجموعتين. هناك في ناحية مَنْ يفضلون "نموذجاً طبيًا" للمرض العقلي يركز على الأسباب الفيزيكية (مثل شواهد اضطراب كيميائي بالمخ) ويبحثون عن علاجات فيزيقية مثل الكيماويات الفعالة نفسياً. وهناك من ناحية أخرى من يؤكد على الأسباب "النفسية الاجتماعية"، كمثال الأحداث التي وقعت في الطفولة، ويؤمنون حقاً ببرامج علاجية تركز على تجلید احترام المريض لذاته ثم مساعدته في بعض الحالات لتطوير مهارات اجتماعية ووظيفية تمكنه من أن يحيا حياة طبيعية نسبياً. ولقد لاحظتُ في السنين الأخيرة زملاسي في حركة السيكولوجيا الانسانية وهم يتراجعون: ليس عن قيمهم وإنما عن رفضهم الكامل للتحليل الوراثي.

وهذا لا يعني أن وراثة السلوك لم تُفحص كلياً أو دون نقد. وكما لاحظ في خشونة كاتبٍ محملة "بيو ساينس": "إن فكرة إمكانية رد سلوك الانسان إلى الجينات لم تُفقد تماماً قدرتها على إثارة السخط". إن ما لدينا الآن هو جدل دائم التغير وفي غاية التعقيد عن: أية جينات تلعب أي دور في أي سلوك. وهذه بالطبع ليست مجرد قضية يختص بها العلماء. إنها تتعلق بطريقة تربيته لأطفالنا، وبالطريقة التي يُعاقب بها مرتكبو الجرائم، وبالكيفية التي تُنفق بها الأموال العامة، وبالوسيلة التي ينظم بها الآباء عائلاتهم - وهي تؤثر بالطبع أيضاً على ممارسة العلاج السيكولوجي. وهناك الآن حديث بالفعل عن العلاج الوراثي - أولاً بالنسبة لأمراض الجين الواحد المعروفة، مثل مرض هنتجتون، ثم ربما بالنسبة للأمراض الأكثر تعقيداً مثل الهوس الاكتيبي، والألزهايمر.

للزراعة الحديثة:

يتم الآن بالمكسيك اختيار حقليّ لسلالة بطاطس مقاومة للفيروس. وفيروس البطاطس عدوٌ مدمر قديم لواحد من أهم المحاصيل الغذائية

بالمكسيك: وهو مهم للمزارعين التجاريين وأيضا لفلاحي الكفاف. وإضافة
حين واحد إلى البطاطس يضيف مقاومة فعالة ضد الفيروس، وعندئذ يمكن
للمزارع التجاري ألا يستخدم المبيدات الكيماوية ضد الحشرات الناقلة
للفيروس، أما مزارع الكفاف - وليس بوسعه شراء الكيماويات - فسيرتفع
محصوله.

كيف يمكن أن نجعل البطاطس مقاومة للفيروس؟ عن هذا سألت مدير
المشروع الدكتور لويس هيرارا إستريلا، فوصف لي الأمر قائلا إنه يشبه
صورة ميكروسكوبية لتحديد النسل. باختصار هي أن نولج في البطاطس
الجين المتحكم في إنتاج بروتين غلاف الفيروس (الذي يحيط بالدنا
الفيروسي). ينضو الفيروس عنه معطفه قبل أن يتحرك ليدخل الكروموزوم
بخلية البطاطس. يستطرد الدكتور هيرارا قائلا: "يصل الفيروس إذن إلى درنة
البطاطس، يريد أن يجامعها، فيخلع معطفه، ثم تحدث المفاجأة! إذ تلبسه
الدرة المعطف ثانية!"

يتقدم البحث الزراعي بالمعامل بسرعة رهيبية في العالم بأسره - في
الجامعات، في شركات الكيماويات والبذور، في معاهد البحوث الحكومية
والأهلية. لوزارة الزراعة الأمريكية مشروعها الخاص بالجينوم: دراسة مدتها
عشر سنوات على جينات النبات التي تُخفّر لخصائص مثل مقاومة الجفاف
والإستقلال الفعال للمواد الغذائية. ثمة شبكة عالمية من بيولوجي النبات قد
انهمكت تُعَرِّطُن وتُسَلِّسِل الجينوم الكامل لنبات زهري هو الخردل
(أرابيدوسيز ثاليانا) - ليس لهذا النبات قيمة اقتصادية لكن العلماء يعتبرونه
مرشحا جيدا لإجراء البحوث الأساسية لأن له طاقما من الدنا بسيطا نسبيا.
وعلى طول الطريق اكتشف بعض أعضاء هذه المجموعة الجين الذي يجعل
إحدى سلالات النبات تنمى بروتات صغيرة تشبه القنبيط بدلا عن الأزهار
المتعادلة. والمتوقع أن يقود هذا الكشف إلى سلالات محسنة من القنبيط

التجاري (أحد أقارب الخردل)، بل وربما إلى طاهور كامل من سلالات القنبيط الجديدة.

ومع نمو قاعدة بيانات البحوث على مختلف المحاصيل، تتطور تطبيقات من كل نوع وضرب: جودة أعلى، مقاومة للأمراض والآفات، قدرة أعلى على تحمل الجفاف، حياة أطول للثمار على الرف. ثم إن المقياس الزمني لتربية النبات يتسارع. في مؤتمر عن بيوتكنولوجيا النبات سمعت مؤرخاً تنبؤاً وثاقاً يقول: إن كل المحاصيل الرئيسية بالعالم ستتحور وراثياً بدرجة أو بأخرى على نهاية هذا القرن. وهذا يعني أن ستتطور خلال السنين القليلة القادمة من السلالات الجديدة ما يزيد على كل ما أنتجه المربون منذ عام ١٩٠٠ حتى الآن.

الصناعات البيولوجية الجديدة:

حدث أول التطبيقات الصناعية للبيوتكنولوجيا في مجال التصنيع الغذائي (أصبح إنتاج الرينين عن الدنا المعلوم واسع الانتشار في صناعة الجبن) وفي مجال المستحضرات الصيدلانية. لكن هناك صناعات أخرى - لا نحسبها "بيولوجية" - تستخدم الإنزيمات كحفازات وكمُنظّمات. والأغلب أن ستبدأ في استخدامها صناعات غير هذه كثيرة. تقول مصلحة المعلومات البيوتكنولوجية الأوروبية (في مقال بالرسالة الأخبارية عنوانه "نحو تخضير الزراعة": "الإنزيمات، على عكس الوقود الحفري، يمكن أن تجدد، وهي لا تنضب، وتستطيع بسهولة أن تنفذ تفاعلات كيميائية معقدة على درجة حرارة الغرفة وتحت الضغط الجوي العادي. ثم إن تحسينها ممكن عن طريق هندسة البروتينات، ومن خلال الهندسة الوراثية، هذا بالإضافة إلى أنها متاحة بسعر أرخص نسبياً".

بدأت الحياة تنبض في عدد من الصناعات البيولوجية الجديدة: المعالجة البيولوجية لتلوث البيئة، التعديلين البيولوجي، المواد البيولوجية، الطاقة

البيولوجية، الإلكترونيات البيولوجية، ولن يمر وقت طويل حتى يكون لهذه الصناعات الجديدة والعمليات الصناعية أثرها الجوهرى على إنتاجية البشر، وعلى التفكير الاقتصادى، وعلى رخاء الكثير من المناطق بالعالم.

قضية اختفاء الحدود:

سمع كل منا شيئا - طيبا أو كريها - عما يستطيع الناس أن يفعلوه بالبيوتكنولوجيا. يتنبأ المتفائلون بلا كلل بسيناريوهات من الأعاجيب في مستقبلنا، أما كارهو التكنولوجيا فيسمون بنفس القوة صورا لكرارث بشعة، ويعودون دوريا من قمم الجبال بتعليمات جديدة من الرب عما أراد ولم يرد من البشر أن يفعلوه. في نفس الوقت يفتش المستثمرون، والمتفرجون، في الجرائد عن آخر الأنباء حول البيوتكنولوجيا وعما إذا كانت ناجحة أم خاسرة حيث تهم - أي في سوق المال (البورصة).

كل هذا يتعلق بمنتجات الثورة البيولوجية. وعلى الرغم من أننا ندرك تماما أن الناس يركزون انتباههم على المنتجات الملموسة - الموجود منها في السوق أو ما يُتوقع ظهوره - فإن هذه الطريقة لا تكفى لفهم أي ثورة علمية أو أي تكنولوجيا. وحتى عندما يصل خط بحثى إلى مرحلة إنتاج شيء يمكن منطقيا أن نطلق عليه اسم "ابتكار" فإننا كثيرا ما نجد المبتكرين بلا فكرة واضحة عن طريقة تطبيقه في نهاية المطاف. تردد رجال معامل بيل في التقدم بطلب لتسجيل براءة الليزر لأنهم لم يتصوروا وجود أية علاقة له بالتليفونات، ليتضح أن لليزر استخدامات لا تحُد في غير التليفونات - في الملاحة، في القياسات الدقيقة، في البحوث الكيماوية، في الجراحة (حيث قد يحل المشرط إلى المعاش) - وهو الآن كما نعلم يُشَوَّر صناعة الإلكترونيات، إذ تمسك كابلات الألياف البصرية بزمام الاتصالات حول العالم. اعتقد ماركونى مخترع الراديو أنه (أي الراديو) قد يكون مفيدا كبديل للتليفون في "البث الضيق"، مثلا كالاتصالات بين السفينة

والشاطيء. ولقد تطلب الأمر أناساً مثل دافيد سارنوف - ذلك المقاول غير المثقف، الذي ظهر مؤخرًا - حتى تتطور صناعة تقوم الآن ببلورها في تحويل العالم. ثمة مثال كلاسيكي يأتي عن شركة آي بي إم - حتى عندما كانت تصنع الكمبيوتر بنجاح وتبيعه - التي لم تخمن السوق الهائلة التي ستظهر في النهاية للكمبيوتر الشخصي كذلك الذي أستخدمه الآن في كتابة هذا المؤلف (في صورته المحيطة ككمبيوتر وآلة كتابة).

وتمضي القائمة: تجد المعرفة طريقها حول العالم بطرق لا يمكن التنبؤ بها، تتضمن تكنولوجيات جديدة إلى أخرى قديمة (أو إلى أخرى جديدة)، تبرز ابتكارات تثير دهشة حتى المبتكرين واسعى الخيال. وستكرر هذه العملية نفسها حتماً المرة بعد المرة مع تحركنا نحو عصر اليومعلومات. أما ما لا يعرفه معظم الناس فهو أنه لم يعد هناك حدود واضحة حقاً بين البيوتكنولوجيا والبيولوجيا الصريحة. فعلى سبيل المثال، تطبق الآن المناهج والمعارف البيوتكنولوجية في تحديد هوية صفات وراثية بالنبات، ثم تطوّر من خلال الزينة "التقليدية". إننا نتعامل مع مدى عريض من معارف جديدة، وتفهم جديد، وسبل جديدة للعمل، عبر كل علوم الحياة.

وعلى هذا، فعلى الرغم من أننا نشير دائماً إلى البيوتكنولوجيا بلفظة "هي" - كما فعلتُ حتى الآن وكما قد يزل قلمي وأفعل ثانية - فليس هنالك في الحق مثل هذا الشيء الذي يمكن لضمير صغير كهذا أن يحدده بدقة. إن "هي" ليست إلا كثرة من معنومات جديدة عن معلومات وراثية وعن الطريقة التي بها تعمل. إن "هي" ليست تكنولوجيا واحدة، وإنما قائمة تزايد من التكنولوجيات: الدنا المطعوم، الأجسام المضادة النقية، مسابر الدنا، تفاعل البوليميرز المتسلسل، هندسة البروتين، تكنولوجيا التمثيل، زراعة الخلايا والأنسجة. تُستخدم هذه التقنيات، والتتويجات عليها، في العامل على طول العالم وعرضه. ومع ازدياد انتشار المعلومات تغزو الحدود أقل وضوحاً.

إن ما لدينا إذن -وما سيكون لدينا في الزمن القريب الآتى- هو تنقيح مستمر لظروف الحياة وإمكانياتها. ستُعاد كتابة قواعد اللعبة، وتُمرَّق، ثم تعاد كتابتها مرات ومرات.

ومع بزوغ إمكانيات جديدة، يواجه الأفراد باختيارات شخصية جديدة. وتواجه المجتمعات - ومنها المجتمع الكرّضى الذى بدأ يكشف نفسه الآن - عشاكل جديدة في الحكم والعدالة. عادت الحياة إلى المحاورات الأخلاقية. أصبحت الأخلاقيات البيولوجية صناعة أخرى تنمو، وهناك الآن الكثيرون يتفحصون في حمية إراثنا من القيم الاجتماعية والدينية، يبحثون عن أدلة إلى أرض جديدة غير مألوفة. ليست هناك مجموعة من المذاهب تكفى تماما لهذه البيئة المتغيرة من المعلومات. علينا أن نكتشف طريقنا إليها.

وعلى طول هذا الطريق يتغير التفكير الاقتصادي هو الآخر، ففى مجتمع البيومعلومات تتحول المعلومات الوراثية ومعها النوع الجديد من المعلومات الذى نسميه البيوتكنولوجيا، لتصبح الموارد الأساسية للعالم. تقوم المعلومات بإعادة ترتيب المهاركية الكاملة للقيم الاقتصادية والسياسية، لأن المعلومات نوع من الموارد مختلف جذريا.

سأتوسع في هذا في فصول قادمة، لأبين أن إعادة الترتيب قد بدأت فعلا، لكن دعنا أولا ننظر إلى نوع آخر من المعلومات، وإلى صورة مختلفة لما يجرى الآن بهذا العالم: الصورة الكبرى .

الفصل الثالث

البيوإلكترونيات العظمى:

شبكة العالم أجمع

كل حقيقة يمكن أن تُصاغ رقمياً، تُصاغ. كل قياس لنشاط بشري جمعي يمكن أن يُنقل، يُنقل. كل أثر لحياة فرد يمكن أن يُحوّل إلى رقم ويُرسَل عبر سلك، يُحوّل ويُرسَل. يصبح هذا الكوكب، وقد ربطته الأسلاك، سبيلاً من كيשרات ضئيلة تلدور في قوقعة صافية من ألياف زجاجية، قواعد معلومات وأجهزة إدخال.

- كيفين كيلي

أصبحت المهجرة، لا الاستقرار في مكان واحد، هي المعيار.

- ليليان تويجر

الصورة التي التقطت لكوكب الأرض من الفضاء هي إحدى أكثر الصور الفوتوغرافية في العالم نسخاً. تجدها تتألق على عدد لا حصر له من أغلفة الكتب والملصقات والقمصان. لقد أصبحت جزءاً حياً من الوعي الجماعي، ومنحت "النظرة العالمية" معنى جديداً. هي تذكرنا بأننا جميعاً نغيا فوق نفس الكوكب، وبأن الحضارة الكُرْضية هي أكثر من مجرد حلم لشخص مثالي.

الصورة الفوتوغرافية جزء فعال من المعلومات البصرية، هذا صحيح، لكنها في الوقت نفسه مضلّة؛ فهي برغم كل شيء صورة "ساكنة". هي لا

تبيّن أن العالم يتغير، والتغير هو الجزء المثير حقاً - الجزء الذي بدونهِ لا تكتمل أية نظرة عالمية.

الكرة الأرضية يعتزّجها الآن شيء كالبطرات، ثمة شبكة تنمو تفوق الخيال، شبكة من نظم جديدة للمعلومات والاتصالات - أسلاك وكابلات من الألياف البصرية تمتد وتتصل، رسائل من أبراج وأقمار صناعية تمر وترتد، أناس يشترّون الملايين من أجهزة التلفزيون والراديو والكمبيوتر وغيرها من النظم الالكترونية. وهذه العملية - (السَّيِّرة)، كما أسماها رونالد ميكائيل - تغير الطريقة التي يعمل بها العالم إذ تخلّق روابط بين النظم الايكولوجية - مجتمعات جديدة تماماً، وضروب جديدة من المجتمعات لا تقيدها الجغرافيا. وهي تغير العلاقة ما بين جنس البشر وبين كوكب الأرض إذ توفر للناس وصلة جديدة تنقل لهم المعلومات عما يحدث بالعالم. إن في مقدورنا الآن أن نفهم - بل إننا نجبر على أن نفهم - عالماً ضحراً مضطرباً مبدعاً - عالماً قد تغير كثيراً عما كان قبلاً، ويتغير الآن بطرق خاصة بصورة لم يسبق لها مثيل.

في الوقت الذي يبرز فيه علم وراثه جديد، هناك علم جديد آخر يظهر، علم الإيكولوجيا الكرضية. وبسبب ما قمنا به في الماضي من تقسيم للمعرفة إلى فئات مستقلة، يؤخذ هذان على أنهما تطوران مختلفان تماماً - لكنهما ليسا كذلك حقاً. إن الميكروبيولوجيا والماكروبيولوجيا كليهما من علوم الحياة، وكلاهما تحول الثورة المعلوماتية، وكلاهما يشترك في إبداع عالم جديد.

والعالم الجديد عالم متحرك، من نواحي عديدة. تتدفق الرموز من كل نوع - البيانات، نشرات الأنباء، الحفلات، الأفكار، الأزياء الثقافية - تتدفق بسرعة غير مسبقة وحجم لم يكن له من قبل مثيل. تتحرك المعلومات، يتحرك الناس، تتحرك الحيوانات، تتحرك الكائنات الدقيقة. بل

وتتحرك النباتات؛ أصبحت حديقة المنزل العادية الآن مجموعة من نباتات دخيلة. ليلا ونهار تنزلق الأقمار الصناعية في صمت، تلعب في حياة البشر دوراً أكبر مما يدركه مُعْظَمُنَا.

أدوات جليا:

أصبحت الأقمار الصناعية هي العُمل العجيب في حشد المعلومات البيئي الحالي، ثم إنها تتطور أيضاً - لتصبح أكثر صفلا، وأوثق ارتباطا، وأكثر أهمية لمستقبل البشرية ولكل الحياة على الأرض.

في عام ١٩٥٥ كان الرمز الذي أقره القادة "للمشروع الدولي الجيوفيزيقي" - أول مشروع منسق لدراسة كوكبنا - هو صورة لكوكب الأرض وقد طوقه قمر صناعي يدور في فلكه. كان هذا اللوح أَمْلاً يفوق الخيال. لم يكن ثمة قمر صناعي قد أُطلق. لكن العلماء كانوا يتوقعون أن تُطلق الأقمار عاجلا أو آجلا، وأنها ستلعب في النهاية دوراً في أبحاثهم. كيف لهم أن يتوقعوا أن يُطلق في السنين الخمس والثلاثين التالية ٢٠٠٠ قمر صناعي؟

عشرون ألفا! البعض منها قد عاد، بالطبع، محترقاً إلى الغلاف الجوي، والبعض الآخر قد أنهى مهمته ولا يزال هناك يهيم دون ما عمل يوديه. لكنك ستجد في كل وقت آلافا منها تؤدي في حمية مهماتها. الكثير منها يراقب البيئة، ويتعقب العواصف حول العالم، يلاحظ صحة الكساء الأخضر، يراقب هجرات الحيوانات البرية، يسجل اتساع وتقلص الصحارى والغابات، يقيس حرارة المحيطات. وغيرها يعمل كأجزاء من نُظْم المعلومات التي تربط المعامل وقواعد المعلومات والباحثين حيثما كانوا.

لم يسبق للعالم أن خُربن هكذا في غير هودة ولا وُضع هكذا قيد المراقبة. لم يسبق أن كان مثل هذا الفيض من البيانات يغمرنا ويعرّفنا عن

صحة المحيط الحيوي. هذا جزء من الكيفية التي تتحول بها لتصبح ضربا مختلفا من البشر ولتصبح الكرة الأرضية عالما مختلفا.

كتب لويس توماس يقول: "كنت أحاول أن أتصور الأرض ضرباً من الكائنات، لكنني لم أنجح. لا أستطيع أن أتخيلها هكذا. إنها كبيرة للغاية، ومعقدة للغاية، وبها أجزاء عاملة كثيرة للغاية تقتدر إلى روابط مرئية. تأملتُ في هذا ذات ليلة كنت أقود فيها سيارتي بمنطقة بجنوب نيويورك كثيرة التلال تكتنفها الأشجار. إذا لم تكن الأرض كائناً حياً، فماذا تشبه؟ ما هو أقرب شيء يمكننا أن نشبهها به؟ وتوصلتُ إلى إجابة أرضتني آنذاك. إنها أكثر ما تكون شبهاً بخلية مفردة".

لا يفيد حقاً أن ننحي التشبيهات جانباً، لاسيما إذا كان مَنْ صَقَلَهَا مراقبا بيولوجيا في مثل قائمة الدكتور توماس. غير أنني أمضي أحيانا إلى جبال سيرا لأضطجع بالليل في كيس نوم أرقب نجوم السماء، لأكتشف أن الكثير منها أقمار صناعية. أفكر في معنى العشرين ألفاً من الأجهزة الصغيرة الفاتنة التي أطلقت لتبحر في صمت عبر الفضاء، وأقول إن كل ما يمكن أن يحيط نفسه بمثل هذه التكنولوجيا بحثاً عن المعلومات لا بد أن يكون خلية فائقة معقدة. كلا، الأرض التي نحيا عليها الآن شيء آخر، شيء ليس لدينا كلمة يمكنها أن تصفه، شيء يجلب عن كل تشبيهاتنا واستعاراتنا.

والأقمار الصناعية ليست سوى جزء من تكنولوجيا معلومات بيئية تتطور بسرعة. تعتمد إدارة الحياة البرية على أجهزة إرسال لاسلكية يحملها أي شيء، بدءاً من طير مهاجر وحتى حيوان رنة يرعى. وهناك أيضاً آلات جديدة في مثل هذه الرعاية تستعمل في مهام مثل أخذ عينات التربة وقياس تلوث الهواء. ثمة مساحة من السخرية أن تنتهي حماية الطبيعة إلى استخدام آلات إلكترونية غاية في التعقيد. لكن هذا بالضبط هو ما يحدث.

عصر الخريطة للذكية:

ظهرت مقالة مجلة "الأرض" تقول: إن نماذج الكمبيوتر تُتَوَرَّعُ العالم". لم تعد هذه الجملة الآن الحَبْرَ المثير، لكن المقال يتصل بوجه من أوجه ثورة النمذجة التي كثيرا ما يُتَخَسَّسُ حقها أو يساء فهمها: أهميتها المتزايدة في دراسات الكرة الأرضية. إن النمذجة بالكمبيوتر التي يقوم بها العلماء على سطح الأرض هي ما ينفخ الروح في البيانات التي تجمعها الأقمار الصناعية في أفلاكها. وربما كانت محاكاة المناخ هي أشهر منتجات هذه التكنولوجيا - أنت تراها على شاشة التلفزيون كل مساء عندما يظهر صديقك رجل الأرصاد ويمكي لك عن توقعاته للحو غدا - لكن نماذج نُظُم المحيط لا تقل عن هذا أهمية، وكذلك أيضا تلك النظم التي تحاكي الدمعة والتدفق العميق تحت سطح الكوكب. وهذه النماذج لا تكون أبداً مضبوطة في الوصف أو في التنبؤ (كل المعلومات ناقصة - كما سنين في الفصل التالي) لكننا نستطيع دائما أن نهذبها. إنها (كما وصفتها نفس المقالة) "موسوعات دينامية إلكترونية يمكن بسهولة أن تُحدَّثَ مع كل كشف جديد".

أفضل أن أعتبرها خرائط ذكية. فالخريطة - كما أشار منذ عقود ألفريد كورزيسكي، عالم دلالات الألفاظ - ليست هي الأقاليم والأصقاع، ويظل هذا صحيحاً حتى لو رَسَمَ شخص يوماً خريطة كملك التي وصفها يورج لويس بورجيس في خرافته العجيبة - خريطة من الضخامة والتفصيل حتى لتصبح نسخة مضبوطة للمملكة المقصودة. لكن نماذج الكمبيوتر تُمكننا من أن نرى الأصقاع والأقاليم كما لم يرها أحد قبلاً - أن نختلس النظر إلى عمليات الحياة بها، وأن نشهدها تتغير، وأن نتصور مستقبلها. إنها تقوم بمهمة لم يسبق أن قامت بها خريطة - هي لا توضح الموقع فقط، وإنما أيضاً ماذا يجري به.

وما يحدث في هذا المجال يشبه كثيرا ما يحدث في عالم الطب. من المستحيل أن تفوتنا ملاحظة التشابه بين العلم الجديد للخرطنة ونمذجة المحيط الحيوي، وعلم خرطنة جسم الانسان ونمذجته. ثمة طريقة تُستخدم في الحصول على البيانات اللازمة لنماذج قشرة الأرض هي في أساسها كالمسح المقطعي - أما الفارق فهو للموجات السيزمية بدلا من الأشعة السينية: تسافر الأمواج خلال الكوكب، فتبين سرعتها في الرقع الساخنة عنها في الرقع الباردة من الصخر بعيدا عن سطح الأرض.

المواطن من سكان الأرض:

ثمة تطور حديث جدا قد وقع في حبكة رواية تطور الانسان، إذ بدأ الناس يتجهون إلى تعداد سكان العالم ومعدل الزيادة فيه، ثم بدأوا ينزعجون. نشر الكاهن توماس مالتوس مقاله الشهير عن "مبدأ السكان" عام ١٧٩٨، وأصبح تزايد السكان موضوع جدل عام ومحدود في القرن التاسع عشر. ومنذ ذلك التاريخ أخذ عدد السكان في التزايد، ومثله أيضا علم الدراسات الاحصائية للسكان (الديموغرافيا). سنجد الآن معاهد للديموغرافيا ومجلات وأقسام بالجامعات. أصبحت الديموغرافيا علما للبيومعلومات، وبلا منازع. تُنشر أعداد السكان في كتب جميلة مصورة تحمل خرائط بيانية تبين أي الدول هي الأكثر ازدحاما بالسكان. لم يعد في إمكان أي شركة أو وكالة عامة أن تؤدي عملها دون اسقاطات سكانية - توضع عادة في سيناريوهات متعددة، تراجع بصفة مستمرة لاضافة ما يستجد من معلومات. توزع المنظمات السكانية كل أنواع المواد المتعلقة بالديموغرافيا: وصلني اليوم بالبريد من منظمة سكان دولية عرض لكيب عن الموارد المالية (بمستخدم توقعات الزيادة السكانية في تقدير للتاح للفرد من الماء العذب حتى عام ٢٠٥٠)، وكذا تقرير آخر رُبِّت فيه الدول حسب التاح للفرد فيها من الأراضي المزروعة. إن الدراسات الديموغرافية هي

القلب من الماكروإيكولوجيا، لأن التغيرات البعيدة المدى بالعالم ليست سوى منتجات النشاط البشري - متعمداً كان أو عَرَضياً.

تتحرك الديموغرافيا الآن نحو مرحلة تحول - ليس تحولاً عن المثال بقدر ما هو تغير في التوكيد. لقد غدا واضحاً للديموغرافيين، ولكل النشطاء السياسيين والموظفين العموميين وغيرهم من المهتمين بالمعلومات الديموغرافية، أن هناك "مشكلتين سكانيتين"، إحداهما هي مشكلة التزايد السكاني، نفس المشكلة التي شغلت الناس من أيام مالتوس وحتى أيام بول إيرليش مؤلف كتاب "القبلة السكانية"، أما الأخرى فهي مشكلة الهجرة.

ثم حقيقة ديموغرافية مثيرة تميز عصرنا هذا وهي أننا نعيش في غمرة أكبر هجرة جماعية في التاريخ. يتحرك الآن أناس أكثر من أي وقت مضى - سائحون، رجال أعمال، لاجئون، مهاجرون شرعيون وغير شرعيين. يتحركون داخل بلادهم، ومن قطر إلى آخر، وبأساليب عديدة عمرة - في دوائر من الريف إلى الحضر، من الريف إلى الريف، من الحضر إلى الحضر، من الحضر إلى الريف - أساليب يكاد يكون المستحيل أن توضع في صورة خريطة ذات بعدين. يحدث في أثناء ذلك بالعالم تغير هائل لا نلاحظه إلا قليلاً: فالأغلب أن نجد في أي منطقة أو مجتمع أن عدد من هاجر من الناس في وقت ما من حياتهم، يفوق عدد من لم يهاجر. سمعت مؤخراً عالمة ديموغرافية تلخص هذا: "لقد أصبحت الهجرة، لا الاستقرار في مكان واحد هي المعيار". بُهِتَ أيضاً إلى أنه من السهل على المهاجرين في عصر المعلومات أن يحافظوا على ارتباطاتهم بالناس والمكان، المهاجرون يتلفنون عائلاتهم، يرسلون المال إلى أهلهم، يعودون في زيارة أو للتقاعد. وتكنولوجيا المعلومات تخلق أنواعاً جديدة تماماً من الروابط، كذلك التحالفات الكمبيوترية بين من يحيا الآن من النيجريين أو البرازيليين في مناطق أخرى من العالم. أعلنت هذه العالمة الديموغرافية "أن ما يحدث الآن نتيجة لكل أشكال الهجرة هو "تعدد الموقع". لم يعد الأفراد والعائلات

والاجتمعات يتجنزون في مكان واحد، ولم يعودوا بلا مكان، فللناس ارتباطات متعددة بأماكن متعددة".

وهذا في حد ذاته تطور مشهود، ولكن علينا أن ندفعه خطوة إلى الأمام وأن نترك أن الناس لا يرتبطون فقط بأماكن متعددة، وإنما يرتبطون أيضا بالعالم بأسره - ارتباطات تتزايد تماسكا ووضوحا. إننا نخبر الآن ثورة اتساع الحدود - عادة بلا مجهود متعمد، ودون وعي ذاتي، ودون أن نلاحظ - فالتناس يعدلون فهمهم للمكان الاجتماعي والجغرافي، ويصبحون أجزاء من وحدة أكبر. وقد ينتج عن هذا تحرك فيزيقي واقعي، وقد لا ينتج. تقوم وسائل إعلام الأخبار واللهو بتعريف الناس وشغلهم بالوقائع البعيدة، كما تركز كل ضروب الحقائق والخيال. تمتد مختلف عمليات ونظم التكريض - الاقتصادية والثقافية والسياسية - لتلمس الناس حتى في أماكنهم النائية، وتجذبهم إلى علاقات جديدة.

لأول مرة في تاريخ البشرية بدأ كل فرد منا يحيا في العالم بأسره.

البعض منا أكثر كُرْضِيَّةً من غيره، بالطبع. والبعض يستوعب الوضع الجديد، والبعض يقاومه في عنف - لكن العالم، عاجلا أو آجلا، سيجد سبيله إلينا جميعا. إن المواطنة الكُرْضِيَّة، التي كانت يوما مطمحا تجريديا لقلة من المثاليين، قد أصبحت الآن واقعا مألوفا في حياة كل فرد.

غيرنا من ساكني الأرض:

ليس الناس وحدهم هم المسافرون في عالمنا. صور من الحياة من كل صنف وحجم تسافر أيضا: حيوانات أليفة وأخرى لحدائق الحيوان، أسماك استوائية، نباتات زينة، عينات للأبحاث، بذور للزراعة، حيوانات منوية مجمدة لطلاق، أجنة مجمدة تخص مربّي الحيوان، نحلّ قاتل يهاجر شمالا، حشرات داخل فواكه مشحونة، وفيرسات ويكتريا داخل البشر.

هناك تكريض اقتصادي، وتكريض ثقافي، وتكريض سياسي - وهناك أيضا تكريض بيولوجي، صحيح أنه هو الأقل لفتا للنظر، لكنه ربما كان الأقوى.

إننا نحيا في مخضم أكبر حركة كرضية للنباتات والحيوانات والحشرات والكائنات الدقيقة، حركة لم يسبق أن كان لها نظير في التاريخ البشري. ومع هذه الحركة تتحول النظم الإيكولوجية في ربوع العالم، لاسيما منها الأكثر انفتاحاً، لتصبح إذ تعج بالمهاجرين "متعددة الثقافات" كالأمم والمدن. ومثلما يتطور علم الديموغرافيا نحو التأكيد على العشائر وهي تتحرك، سنجد أيضاً أن علوم النبات وبيولوجيا الحياة والميكروبيولوجيا تطور حساسية جديدة نحو ظاهرة النباتات والحيوانات والكائنات الدقيقة إذ تتبادل المواقع حول العالم. تصلنا معلومات عن حقائق كهذه:

• بالصدفة دخل الثعبان الميلانيزي البني الليلي إلى جوام أثناء الحرب العالمية الثانية، ولم يكن بها قبلاً أية ثعابين. انتشر هذا الثعبان البني في جوام حتى ليبلغ تعداده نحو ١٢ ألفاً في الميل المربع، وانقرضت بسببه ثمانية أنواع من الطيور المحلية.

• تقول مصلحة الأسماك والحياة البرية بالولايات المتحدة إن سلحفاة الصندوق الأمريكية - المعروفة كحيوان منزلي أنيس بأوروبا - تُصنَّر الآن بمعدل ٢٥٠٠٠ - ٣٠٠٠٠ فرد في العام.

• ابتليت ولاية فلوريدا بغزو من أنواع عديدة من بيها ثعابين الأمازون، وسحالي جنوب أمريكا، وبغوض النمر الآسيوي. لمة نيات زينة استرالي اسمه ميلالوكا ككتنفيرفا قد ضيق على النباتات المحلية، وشكل جزراً اصطناعية وجفف المستنقعات. تحترق مادته الصمغية بسهولة لتغذي وهج المستنقعات. أما الهادرلا، التي استوردت من سري لانكا لتستخدم في

الأحواض المائية، فقد تَغَلَّت لتغطي أكثر من ٤٠٪ من أنهار الولاية وبحيراتها.

كلنا يعرف بعض أجزاء من التكريض البيولوجي. تناضل الحكومات المحلية والوكالات الدولية بثبات لتنظيم حركة الكائنات المتحولة أو السيطرة عليها. نزعنا كثيرا في كاليفورنيا ذبابة البحر الأبيض التي تضع بيضها فوق ثمار الموالح، ثم تحفر اليرقات أنفاقا لها إلى داخل الثمرة وتسبب أذى خطيرا. طبيعي أن يعتبر المزارعون هذه الذبابة كائنا دعيلا كريها، لكن ذبابة الفاكهة تحس بأنها تحيا هنا في موطنها، ولها الحق فالولاية تمتليء بأشجار فاكهة البحر المتوسط. ولقد أصيب العديد من أنواع الأشجار المحلية أيضا - الكستناء، والدردار والصنوبر الأحمر - بأضرار بالغة من جراء حشرة دخيلة وآفات وفطريات، وتبذل الآن جهود ضخمة لحمايتها - بدءا من تصميم فيروسات مُهندَسة وراثيا تهاجم الفطريات، وحتى تربية جيل جديد من الكستناء الأمريكي يحمل جينا للمقاومة منقولا من نوع صيني وثيق القرابة. أما الوقاية البيولوجية من الآفات - التي يفضلها البيثيون - فتعمل إلى تركية التكريض البيولوجي. في شمال كاليفورنيا سنجد نصباً تذكاريًا للخنفساء - لاشك أن قد كانت غير كل الخنافس! والنصب أقيم لتخليد حشرة من آكلات أوراق النبات، تم استيرادها بعد تنقيسها بالعالم كله، وأطلقت فأنهت مشكلة كان سببها عشب أوروبي ضار (حشيشة سانت جونز) يسمم الأغنام والأبقار التي ترعى.

هذا هو العالم الذي نحيا به - الكرة الأرضية، كرة المسافرين البيولوجيين. معظمنا لا يعرف تماما أننا نحيا بعالم كهذا - ليس ثمة صورة فوتوغرافية واحدة تنقل إلينا هذه الرسالة في لغة واحدة. ولقد تتمكن - إلى حد ما - من بعض عناصر عملية التكريض البيولوجية، تتمكن منها أو تتحكم فيها، لكن العملية الكبرى تمضي ولا رجعة فيها. إنها تخلق واقعاً بيولوجياً مختلفاً، ولن نعود أبداً إلى العالم الذي كان.

إذا وضعنا التركيز البيولوجي بهذه الصورة فسيبدو أنه مجرد مشكلة، بل ومشكلة بلا حل. لكن هناك بعداً آخر له: تركيز الموارد البيولوجية في بنوك الجينات - وعلى الرغم من أنه مُشكّل من نواحي عديدة، إلا أنه في نفس الوقت إحدى أعاجيب مجتمع اليوم معلومات الذي ينشأ الآن.

الذهب الجديد وفورت نوكس الجديدة:

أصبحت الشبكة العالمية لبنوك الجينات بالفعل أساسية لمنظومة إنتاج الغذاء العالمية، والمُقدّر أن تغدو في المستقبل القريب مورداً كرضياً آمناً مما في الحسبان.

أما أسلاف الشبكة الحديثة لصناعة بنوك الجينات فهي متزهات الملوك والأباطرة، التي كثيراً ما كانت تُزرع بالنباتات النادرة الرائعة المجلوبة من بلاد بعيدة، وكذا أيضاً "الحداثات الطيبة" - ومنها واحدة أنشئت بالصين عام ٢٨٠٠ ق.م - التي جمعت أعشاباً عُرفت بقيمتها في علاج أمراض الانسان. ولعل أشهر الحداثات النباتية - بل وربما أكثرها اتساعاً - هي الحديقة النباتية الملكية في كيو - إحدى ضواحي لندن - التي أقيمت في أواسط القرن الثامن عشر وتحمل الآن نحو ٥٠٠٠٠ نوع من النباتات - نباتات زينة ونباتات طبية، وأقارب برية لنباتات المحاصيل. ولقد كان هناك دائماً بعداً كرضياً لمثل هذا التحميم، لأن السبب الأساسي لإنشاء أمثال هذه الحديقة هو توسيع نطاق النباتات المتاحة لاستعمال المحاكم أو رعاياه، وبهذا فقد كان المتوقع أن يعود المستكشفون وقباطنة البحار بنباتات جديدة للزينة وربما أيضاً بنباتات اقتصادية. ثم إن سهولة جمع العينات قد أدت إلى سوق لتجارة العينات، وبهذا يصبح كل نبات نافع ذي قيمة خاصة - مثل الأرز - موطناً عالمياً إذا كان له من القدرة ما يكفي لتحمل الحياة في تربة جديدة ومناخ جديد.

هناك الآن لَتَيْنِيكُ الجينات ما هو أكثر من مجرد تجميع العينات، تماماً مثلما يكون عمل البنوك المالية أكثر من مجرد تخزين الأموال. لقد أصبحت بنوك الجينات برنامجاً للتأمين ضد ضياع التنوع الوراثي، فهذا التنوع يختفي بسرعة في العرية نتيجةً لنمو العشيرة البشرية وانتشار الزراعة. لكن هناك الآن بنوكاً للجينات على طول العالم وعرضه، البعض منها مكاتب ضخمة للمعلومات الوراثية يحمل أنواعاً من أماكن عديدة، والبعض الآخر متخصص في محصول معين - كالأرز - ولغة ما يركز على نباتات المحاصيل الرئيسية التي تهتم الزراعة في بلد بذاته أو منطقة، وهناك منها ما تدعمه الحكومات الوطنية مثل معمل تخزين البنور القومي التابع لوزارة الزراعة الأمريكية، وهناك أيضاً ما هو تجميعات خصوصية، ومنها ما يتخذ الجامعات قاعدة له. تتسبب أبرز بنوك الجينات إلى الجماعة الاستشارية لبحوث الزراعة الدولية، وهناك شبكة كرضية أنشئت عام ١٩٧١، وهي تعمل على تبادل المعلومات عبر العالم إذ تربطها التليفونات والبريد الإلكتروني.

والعادة أن يكون بنك الجينات بضعة أشياء في آن. فهو أولاً مستودع لتخزين المعلومات الوراثية، وقد تكون في صورة بذور، أو جزازات أو نباتات حية، أو حيوانات حية، أو عينات من أنسجة، أو أجنة مجمدة، أو قطع من الدنا. وهو أيضاً مستودع لتخزين البيانات التي دُونها تصبح المعلومات الوراثية قليلة الجدوى. يحتوي بنك الجينات الحسن الإدارة على ملفات هائلة مما يسمى "بيانات جواز السفر" عن كل ما به من إلخاقات - تسجيل لموقع وتاريخ أخذ العينة، ووصف مختصر للنظام الإيكولوجي الذي منه أخذت، بالإضافة إلى أية معلومات علمية إضافية عن خصائصه. يلزم لكل عينة تُخزَن في صورة بذرة أو نسيج أن تزرع على نحو دوري، وأن تُقيَّم، وتختبر لمقاومة الأمراض والحشرات. تنكس البيانات مع الوقت. وبذا تُكثَر بنوك الجينات. ولم يكن هذا دائماً بالعملية السهلة - وجدت دراسة

أجريت في الثمانينات ما شئت من صور التناثر في نظم الكمبيوتر، بجانب قدرة محدودة على تبادل المعلومات - لكن كلُّ البنوك الرئيسية مرتبطة الآن ويمكنها أن تتحدث مع بعضها بعضاً.

وبنوك الجينات مراكز بحثية أيضاً. نشأت الثورة الخضراء عن العمل الذي تم بالمعهد الدولي لبحوث الأرز في الفلبين، والمستودع الذهبي "للمقمح والذرة". بمركز السيميت في المكسيك. والعادة أن تتيح كل بنوك الجينات البذور والجزازات لكل عالم حقيقي يطلبها.

والأخبار الطيبة عن بنوك الجينات هي أنها تكون على الأغلب فعالة للغاية في تحسين محاصيل الغذاء وفي مساعدة المزارعين في الإبلال من الكوارث. أما الأخبار المزعجة فهي أنها ليست مستعدة على الإطلاق لتحمّل مسئوليتها الكرضية. دعنا نفحص الأخبار الطيبة أولاً.

يتخصص المعهد الدولي لبحوث المحاصيل بالمناطق شبه الجافة (إكريسات) في محاصيل الغذاء بالمناطق الحارة الجافة الموجودة بالكثير من الدول النامية بأفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية - وهذه عموماً ليست بأفضل مزارع العالم، ولكنها موطن الكثير من الشعوب - إذ يقطنها نحو سُنس سكان العالم، وهي تشكيلة من أغذية مثل الذرة العويجة والدخن اللؤلؤي. بدأ معهد الإكريسات، ومعه مركز بحوث آخر في سوريا، في الاهتمام بإنتاج حُمص أفضل، والحمص واحد من أهم محاصيل الغذاء في هذه المناطق الجافة، وهو أيضاً محصول كثيراً ما يفشل، فلقد جرى العرف على أن يزرع هذا النبات في الربيع ليحصد في الخريف، الأمر الذي يعرضه لحرارة الصيف الشديدة التي عادة ما تكون مهلكة. لو أمكن استنباط سلالة تزرع في فصل الشتاء، فالأرجح أن ترتفع الإنتاجية.

مضى الباحثون إذن إلى العمل يفتشون المكتبات الوراثية، يفرزون آلاف العينات، يهجنون السلالات المعروفة من الحمص بأقاربها البرية، حتى

وصلوا في النهاية إلى قائمة قصيرة من ٤٢ سلالة زراعية أرسلت إلى باحثين آخر في خمس عشرة دولة حيث تُزرع وتُختبر. أُتيح ما انتُخب من هذه السلالات للمزارعين في عام ١٩٨٨، وعلى عام ١٩٩٣ كان ثمة ما يقرب من ٩٠.٠٠٠ هكتار وقد زرعت بالحمص الشتوي، بزيادة في المحصول بلغت ٦٠٪ وريّج للمزارعين وصل إلى ١٠٠٪.

والجهود - كهذه - الموجهة نحو تربية النبات، هي مشروعات إدارة معلومات. صحيح أنه قد أمكن مراراً في الماضي التوصل إلى نتائج ممتازة عن طريق مُحَرِّرين أفراد يعملون بمناطق جغرافية محدودة، لكن أهم ما هو مطلوب اليوم من فتوحات سيتم على الأغلب من خلال فِرَقَ بحثية دولية يمكنها أن تجمّع مجهوداتها، وأن تفتش بكفاءة داخل قدر هائل من المعلومات الوراثية.

ولقد قادت الوقائع المروعة التي حدثت في رواندا بأواسط التسعينات إلى أداء جديد فعال لنظام بنوك الجينات - كان في هذه الحالة مجهوداً إنقاذياً وراثياً.

شاهد العالم بأسره المجزرة التي اندلعت في رواندا عام ١٩٩٤. أدرك وليام سكو كروف - العالم الاسرائيلي في وراثة النبات بالمركز السدولي للزراعة الاستوائية في كولومبيا - أدرك من البداية أن الأسر سيفضي أيضاً إلى كارثة زراعية : فصل زراعي ضائع، مزارع نهبت، ومجتمعات تخطمت. عرف، وعرف مثله غيره من المجتمع العالمي لبنوك الجينات، أنه حتى لو أمكن استعادة شيء كالسلام هناك، فستكون قاعدة المعارف الزراعية لهذه الدولة وقد قُيدت. لذا حركوا مشروعاً أطلق عليه فيما بعد اسم "بنور الأمل". كان ثمة بنوك جينات متعددة تحمل معلومات عن محاصيل الغذاء الرئيسية لرواندا. معهد إكريسات، المتخصص في المناطق شبه الجافة، يعرف عن الذرة العويجة. مركز السيميت في المكسيك يعرف عن الذرة. المركز

الدولي للبطاطس في بورو يعرف عن البطاطس. المعهد الدولي للزراعة الاستوائية في نيجيريا يعرف عن الكاسافا. كانت هذه مصادر البيانات. ثم بنوك جينات أخرى، معظمها أفريقي، تحمل عينات من بذور رواتنا المحلية. بُدِيءَ برنامج زراعية لبذور رواتنا هذه في بورندي وتانزانيا وأوغندا - أمهات بديلات كما أسماها مراسل صحفي، لتتخفظ الموارد الوراثية على أهبة الاستعداد، حتى إذا ما مرت رواتنا من أزمته الإنسانية لم تجد أمامها مباشرة أزمة زراعية.

كان هذا مثلاً على ما يمكن عمله استجابة لكارثة تنمر الأسس الوراثية لزراعة دولة من الدول، لكنه يتصل أيضاً بالأبناء السبعة، فمن للشكوك فيه حقاً أن يكون نظام بنوك الجينات قادراً على الاستجابة للكوارث في المستقبل - أو حتى على أن يخرج سليماً من كوارث تصيبه هو. وعلى الرغم من أن قادة العالم السياسيين قد بدأوا يكشفون أن هناك ما يُسمى بالموارد الوراثية، فإن حماية مثل هذه الموارد لا تزال بعيدة في قائمة الأولويات السياسية.

يتباين حجم بنوك الجينات ونوعيتها كثيراً. يحمل بنك فورت كوليتز بكلورادو أكبر مخزون أرضي في العالم لحفظ البذور تحت التبريد، لكنه لا يعتبر أفضلها إدارةً. يصيب هذا الشرف إما معهد بحوث الأرز (إيري) بالفلبين أو مركز القمح والذرة (سيميت) بالمكسيك. وبعض بنوك الجينات صغير لا يحمل ما يزيد على بضع بذور وبضعة نباتات.

وقواعد البيانات قاصرة إلى حد خطير. يقول أحد التقارير: "من بين مجموعات البلازما الجراثومية العالمية هناك نحو ٦٥٪ لا تتوفر عنها بيانات جواز السفر"، ويفتقر ما بين ٨٠ - ٩٥٪ منها إلى بيانات الوصف أو بيانات التقييم ... بل وسنجد حتى في بنوك الجينات المحسنة الإدارة أن كثيراً من الجينات الواحدة تظل دون استخدام لأن تقييمها قد تخلف عن

سرعة جمعها. أما بالنسبة لتجميعات الأرز في معهد إيرى فإن ثلاثة أرباعها قد تم تقييمه، أما الرقم النظير بالنسبة لإحلاقات البطاطس بالمركز الدولي للبطاطس فهو لا يزيد على ١٠٪ فقط.

ثم هناك أيضا قضية البنور نفسها : ففي أفضل وحدات التخزين طويل المدى تُحَقَّق البنور جزئيا وتُخزَّن على حرارة أقل من الصفر، حيث تبقى حية لفترة تصل إلى نصف القرن. لكن لابد لهذه البنور - عاجلا أو آجلا - أن تُزْرَع وتُحَدَّد المخزون. غير أن الكثير من تسهيلات تخزين البنور هي أبعد ما تكون عن المثالية. منذ بضع سنين لُخِصَ الميخور م. جودمان أستاذ علم المحاصيل بجامعة نورث كارولينا، لخص هموم الكثيرين من العلماء في قوله: "إن أي نظام من نظم البلازما الجرثومية لا يعتبر نظاما على الإطلاق إذا كان لا يفعل أكثر من تجميع المادة، ولم تكن لديه تسهيلات لتقييمها واستخدامها". وقد ذكر أيضا أن بعض التجميعات بالولايات المتحدة وغيرها من بلاد العالم تدخل ضمن هذه اللأُظْم، وأضاف: "إنني أؤكد أن بنوك البنور التي تحمل مثل هذه المجموعات ليست في الواقع سوى ثلاثيات للحث - ما يدخلها لن يخرج حيا".

المفروض أن تكون بنوك الجينات أكثر أمانا من البيئة التي أُخذت منها العينات، لكنها عرضة للعطب بطرق عديدة. فالحبوب قد تتعفن أو تأكلها الفئران أو الحشرات. وأقبيبة التخزين الباردة قد تتعرض لانقطاع التيار الكهربائي، وزراعة المحاصيل والأشجار قد يتلفها حريق أو عاصفة وقد تتعرض لكوارث مثلما حدث لأحد بنوك الجينات في الصومال عندما اقتحمه الجوعى وأكلوا معظم ما به من بذور. وعلى كل، فإن نجاح نظام بنوك الجينات في عمله كمورد كرضي - قادر على الاستجابة للكوارث بعيدة المدى والقصور الأمد، وقادر على أن يسهم في الاستجابة الزراعية التي تصبح ضرورة إذا ما ارتفعت حرارة جو الكرة الأرضية - هذا النجاح يلزمه أن تحسَّن بطرق عديدة آحاد بنوك الجينات بل والنظام بأكمله. ولا بد

أيضاً أن يكون من بين ما لديه رصيدة من مجاميع البلازما الجرثومية، وبنوك للبيانات تعضده، حتى لا يتسبب أي حادث محلي مؤسف في خسارة كرضية لا يمكن تعويضها.

وعلى هذا، فهناك الكثير من القلق والجدل يحيط ببنوك الجينات: حول كفاءة النظام وأمانه، حول ما إذا كان التعويض العادل سيدفع للدول النامية - الفقيرة مالا الغنية جينات - التي ستؤخذ منها العينات، حول المستوى المنخفض عموماً من الاهتمام بالموضوع لدى القادة السياسيين ولدى الجماهير، حول أفضل الطرق لحماية البلازما الجرثومية. يفضل المحافظون التأكيد بشدة على الحفظ "في الموقع الأصلي" - نعي حماية التنوع الوراثي بالحقل، ووقاية النظم الإيكولوجية - وليس على الاستغراق الكلي في الحفظ "خارج الموقع الأصلي" في بنوك الجينات. يقول بيتر رافن، مدير حديقة النباتات بميسوري: "لا بأس بما قد نسميه استراتيجية سفينة نوح، لكنها تهمل الحاجة إلى رعاية مجتمعات النباتات وغيرها عبر العالم كله بطريقة متواصلة بحيث نستطيع يوماً ما أن نستخدم البنور المخزنة بالتبريد، أو أية بقايا من عشائر برية أمكننا انقاذها، وإلا فقد نمضي في حياتنا سعداء ببنوك البنور التي شيدناها في "البيروم" بينما روما - مجازياً - تحرق".

كنت أتحدث أساساً عن تبنك جينات النباتات وعن مشكلة التآكل الوراثي، الزراعية أصلاً - فقدان التنوع داخل الأنواع - وهي المشكلة التي تنشأ مع تغير النظم الإيكولوجية أو مع تخلي المزارعين عن زراعة الأصناف المحلية والاتجاه إلى السلالات الجديدة مرتفعة الإنتاج. لكن يلزم أيضاً أن ندرك الأهمية القصوى لتبنك الجينات في الحماية ضد ضياع أنواع نباتية برمتها، وضد فقدان الأنواع والتباينات في الحيوانات، بل وحتى في الكائنات الدقيقة.

إن نفس القوى التي تسيبت في تجانس الزراعة بالعالم - التي دُفِع فيها المزارعون إلى ترك الأصناف "البلدية" من النباتات - قد تسيبت أيضا في أن يهجر الناس سلالاتهم التقليدية من حيوانات المزرعة. تقول نشرة لمنظمة الأغذية والزراعة (الفاو) التابعة للأمم المتحدة: "يستحق التنوع الوراثي بين الحيوانات أن يُحفظ للأجيال القادمة تماما مثل غيره من تجليات تراثنا الثقافي كالفنون والعمارة، فالمسلالات المحلية التي طورها المربون عبر مئات أو الآلاف من السنين، في استجابة لظروف التاريخ المتغيرة، هذه السلالات ليست سوى ثمرة لعبقريّة الإنسان، تماما كأي عمل في التصوير أو النحت".

من هنا أقيم نظام كرضي يتنامى من بنوك جينات الحيوانات - "في الموقع الأصلي" وخارجه - ومعها قواعد البيانات اللازمة. تُطوّر منظمة "الفاو" الآن برنامجاً كرضيا للموارد الوراثية الحيوانية، له بنوك إقليمية للجينات الحيوانية، وقائمة كرضية للموارد الحيوانية الوراثية، وبنك كرضي للبيانات الوراثية الحيوانية أقيم في هانوفر بألمانيا.

هناك بعض التشابه بين هذه وبين بنوك الجينات النباتية: فتخزين المسائل النووي والأجنة بالترديد قد أصبح الآن ممكنا، ومن الممكن أن تخزن البلازما الجرثومية هكذا لبضعة عقود. ثمة مثال رائد لتبنيك الجينات هو "حديقة الحيوانات الجمدة" في سان دييغو - وهو مركز بحشي ملحق بحديقة الحيوانات ذاتها - التي تضم، بجانب الحيوانات النوبة والأجنة الجمدة، عينات مجمدة من الأنسجة المأخوذة من الحيوانات النادرة بالحديقة. وقد يصبح ممكنا في المستقبل أن نعيد تشكيل حيوان كامل - على نمط فيلم الحديقة الجوراسية - من بضع خلايا. (بل ويعتقد بعض العلماء أنه قد يصبح من الممكن قريبا أن نعيد تشكيل كائن أبسط كالبكتريا دون خلايا على الإطلاق - تكفي فقط المعلومات عن جينومه المخزنة في ذاكرة الكمبيوتر).

في نفس هذا الوقت يمكننا الآن أن نزرع جنينا، قلّ مثلا من نمط لفزال أفريقي مهدد بالفاء، في رحم قريب غير وثيق، مثل الأيل الأمريكي طويل

الأذنين. تُحفظ الأغنام والماعز والأبقار النادرة، وغير هذه من الحيوانات، في حدائق زراعية رئيسية. مثل مزرعة بلاكموث بالولايات المتحدة، ومزرعة كوتسولد بالملكة المتحدة، كما يربى أيضاً مزارعون هواة ومربون من القطاع الخاص. تدعم مقاطعة كيبيك في كندا المزارعين الذين يربون ماشية "الكاناديين" النقية.

عمر الدور الذي تقوم به حديقة الحيوان في مرحلة تحول مع تطور نظام تربية الجينات، أصبحت يثبت الحدائق الآن أقرب ما تكون إلى المواطن الطبيعية؛ أصبحت يثبت حدائق الحيوان مواطن للأنواع المهددة بالانقراض، وهي تدعم أحياناً أنشطة إنقاذها من خلال برامج التربية في الأسر، ثم إنها تعمل أيضاً كمراكز بحثية متعاونة مع مجهودات الحفظ في "الموقع الأصلي". إذا قمت بزيارة مفادحة للمسؤول عن الحيوانات الثديية في برونكس، فقد تجده جالساً أمام شاشة كمبيوتر يراقب خريطة لأفريقيا تين - بمساعدة قمر صناعي يدور - تحركات أفيال الغابات في الكامرون. لقد زودت الأفيال بأجهزة إرسال لاسلكية. يستخدم الإيكولوجيون في برونكس البيانات التي تبثها الأفيال وملتقطها القمر الصناعي في تعقب حركات القطعان وأنماط سلوكها عن كتب - بشكل لم يسبق أن أتيح لبيولوجي الحياة البرية في الأدغال الكثيفة - ثم يقومون بوضع خطط الحفاظ عليها. وخطط حفظ الحيوانات البرية هي أنشطة مكثفة للمعلومات، أما حدائق الحيوان فتتعاون مع مجهودات الحفظ في "الموقع الأصلي"، وذلك بأن توفر لها المعلومات عن الاحتياجات الغذائية للحيوانات وعن سلوكها في التزاوج.

وأخيراً، البكتريا. معظمنا لا يمكنه أن يتحمس لانقاذ الجراثيم من الفناء، لكن ثمة مجموعة دولية من الميكروبيولوجيين قد قامت مؤخراً بوضع مسودة استغاثة لإقامة نظام - بتصيد العينات وتخزينها وتجميع البيانات - نظام يحفظ البكتريا التي تنمو في بيئات نادرة (والتي قد تكون مهددة بالفناء) مثل البنايع الحارة والبحيرات عالية الملوحة. لغت الوثيقة النظر إلى ما قد يكون

لذلك من فوائد اقتصادية، مشيرة إلى أن بيكتريا الينابيع الحارة إنزيمات تعمل بصورة أسرع من إنزيمات البكتريا العادية، وإلى أن الأنماط التي تتحمل الملح قد تكون مفيدة في كوكبة من التطبيقات العلمية والتقنية الجديدة - بنك جينات جديد.

يترك تبنك الجينات الكثير مما نأمل، غير أنه تطور مشير مذهل حقا - وأنا أتحدث عنه الآن كنظام واحد، نظام لا بد أن يصبح بالتدريج واهي الارتباط بعناصره المختلفة. في نفس الوقت سنجد أن بيولوجي التصنيف - الدارسين للتنوع البيولوجي - يزكون مشروع "علم كبير" جديد، يطلقون عليه اسم "أجندة التصنيف ٢٠٠٠". فإذا حدث وأجيز هذا المشروع فسيكون قائمة عالمية لكل الكائنات الحية - النظر لمشروع الجينوم البشري. ها مشروع أرسطو - معلومات أكثر - يدخل القرن الواحد والعشرين.

المحيط الحيوي الثالث والمحيط العقلي الإلكتروني:

شبه بيير تيلهارد ده شاردان - عالم اللاهوت الذي كان أيضا من علماء الحفريات - شبه مراحل تطور الأرض عبر الزمان بطبقات تركيبها: المحيط الثقيل الفلزي المركزي، بطوقه الغلاف الصخري، تطوقه الطبقات المائعة للغلاف المائي والغلاف الجوي. أما أكثر ما اهتم به الرجل من المراحل الطارئة فهو تشكيل المحيط الحيوي - "القضاء الحي الكون من فونا وفلورا الكرة الأرضية" - والمحيط العقلي، عالم التفكير الواعي الذي نشأ عن المحيط الحيوي وحوله - إنه طبقة جديدة حقا، هو أكثر ترابطا وشمولا من أي طبقة سبقته، هو "طبقة التفكير" التي عمت عالم النبات والحيوان منذ نشأتها في نهاية الحقبة الثالث. بمعنى آخر: يوجد المحيط العقلي خارج المحيط الحيوي وفوقه.

شاع استخدام مصطلح "المحيط الحيوي" الآن. هو لا يستخدم دائما بالمعنى المضبوط الذي كان يتصوره تيلهارد وزملاؤه، وإنما كمرادف

للأرض نفسها، وهو مصطلح طيب في رأيي وعملي، لأنه يذكرنا بأن كوكبنا حي؛ عندما أنظر إلى تلك الصورة الفوتوغرافية للأرض يعتريني الاحساس بأن "المحيط الحيوي" هو المصطلح الملائم لها تماماً. أما المصطلح الآخر، المحيط العقلي، فالتاس تخافه. ومع ذلك فقد سمعت حشداً من العلماء يستخدمونه دون ما حجل وهم يومتون برعوسهم موافقين على ملايمته. كان هذا في أحد اجتماعات الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم. واجتماعات هذه الجمعية دائماً ما تكون مثيرة، إذ يجمعون فيها عدداً من العلماء الأفاضل من مختلف المجالات، ثم يُطلب منهم أن يتحدثوا عن حدود فروع المعرفة المختلفة، ومن ثم يتحدثون شيئاً أقرب ما يكون إلى اللغة الإنجليزية التي نعرفها! تميز هذا المؤتمر بعدد من العروض عن المواضيع التي تناقشها هنا. تحدث العلماء عن مشاريع بحثية هائلة، كل منها أكبر في المدى والتعقيد من أي مشروع قام به جنس البشر. تحدثوا عن استخدامات مذهلة للكمبيوتر وتكنولوجيا المعلومات. وفي إحدى هذه الجلسات تحدث المشاركون، في دهشة لم يحاولوا إخفاءها، عن كيف أن كل هذه الأشياء "تتقني" - أنها تحدث في نفس العالم، أنها أجزاء من عملية واحدة. وكان "المحيط العقلي" هو المصطلح الوحيد الذي بدا أنه يصلح لها تماماً.

أنا لا أظن أن كان لدى تيلهارد ده شاردان أي فكرة عن المحيط العقلي ككيان؛ إنه أشبه ما يكون بمحيط غير مرئي من الفكر يطفو حول الأرض. لكن هذا المحيط يُنمّي الآن أعضائه الإلكترونيّة، ليربط العالم بأسره والناس جميعين بطرق مادية ملموسة. لم تعد "طبقة التفكير" في عمل المحيط الحيوي مجرد تجريد. إنها مُصنّعة فيزيقياً في الأقمار الصناعية التي تحوم فوق الكوكب، تراقب كل عمليات الحياة وتبعث إلينا بالمعلومات.

موضوع آخر من مفكرتي: أتيتحت لي الفرصة منذ سنين أن أقوم برحلة في "المحيط الحيوي الثاني" (بيوسفير-٧)، النظام البيئي الاصطناعي بصحراء أريزونا. كان هذا مباشرة قبل بدء التجربة التي نالت دعابة ضخمة، والتي

أطلق فيها على فريق من الناس لفترة تجريبية طولها ستان، قبل النقد العنيف الذي اتهم للمشروع بأنه علم رديء إن لم يكن حماقة. ولما كنت لا أشعر بالحاجة إلى إبداء رأيي في "المحيط الحيوي الثاني"، فإني أقول إننا قد تمتعنا به - تمتعنا بالتحول داخلة وفحص تنوع صور الحياة به، وما يحتويه من نظم إيكولوجية مصفرة، تمتعنا بمشاهدته من الخارج والإعجاب بحمال هذا الصرح الهيب يريض كسفينة فضاء فضية عجيبة ما بين التلول المجدبة.

أذكر بالذات مركزه العصبي. كان حجرة واسعة عصرية على حوائطها شاشات للمراقبة عديدة. كانت مكانا تتدفق إليه المعلومات من كل أجزاء المحيط الحيوي، لتحكي في أية لحظة عن حالة أجزائها المختلفة وتُظلمها الثانوية. كانت المعلومات تتدفق لأن الأسلاك كانت تربط ما بين أجزاء المحيط الحيوي كله. طافت بذهني فكرة فحواها أنه على الرغم من أن المحيط الحيوي الثاني قد صُمم ليكون نموذجاً صغيراً بسيطاً للمحيط الحيوي الأول - الأرض - فإن الكوكب الحقيقي يتحول أكثر وأكثر ليشبه النموذج، فالأرض هي الأخرى قد أخذت تلفها الأسلاك بطريقة جديدة، المعلومات تتدفق عائدة إلى آلات الرصد المختلفة. ليس هناك مركز عصبي واحد - أمل وأتوقع ألا يكون أبداً - ولا يستطيع أحد ببساطة أن يتحكم في كل النظم الكروية للحياة، فيضبط على بضعة أزرار ليغير الطقس أو التيارات تحت سطح البحر. لكن الناس يحركون بالفعل كل تلك النظم، ويصبح المحيط العقلي الإلكتروني أكثر قدرة في كشف ما يحدث عندما تقوم بذلك.

النصل الرابع

ترحيب بمجتمع المعلومات البيولوجية

لقد تخطى نظامُ الذاكرة الخارجية الآن ذاكرتنا البيولوجية حتى لم يعد ثمة مبالغة في قولنا إننا قد توحدنا أبداً مع ابتكارنا الرفيع في تعايش عارف متفرد في طبيعته.

— ميرلين رونالد

دأب المتنبئون والمرسلون الروحيون، لمدة عقدين حتى الآن، يحدثونا عن واقعة تسمى الثورة المعلوماتية، الثورة التي ستحلب، كما يقولون، نظاماً جديداً للأشياء اسمه مجتمع المعلومات. يقف معظم البشرين في صف هذا التطور، لكن ثمة قلة يفرهم التشاؤم بشأنه — وإن كانوا يوافقون على أنه واقعة عالمية تاريخية كبرى. هم يخبرونا بأن اعتمادنا المتزايد على المعلومات واستخداماتنا المتزايدة للتكنولوجيات الجديدة للمعلومات والاتصالات تغير بالفعل السياسات، وتغير الحكم، وتغير التحارة، وتعيد صياغة أحكام المنظمات في كل مكان.

يقول دانييل يل، وهو واحد من أوائل منظري المعلومات، إن المعلومات "هي المورد الاستراتيجي والعامل المحوّل لمجتمع ما بعد الصناعة"، هي المركزُ المحوري في "هيكل اجتماعي جديد مبني على الاتصالات من بُعد". في هذه الرؤية ملامح رئيسية ثلاثة لمجتمع ما بعد الصناعة المعلوماتي: (١) التحول من اقتصاد انتاج السلع إلى اقتصاد الخدمات، (٢) الاعتماد المتزايد على المعرفة النظرية، (٣) ابتكار "تكنولوجيا عقلانية" جديدة تركز على الكمبيوتر والآلات الذكية.

يتحدث بيتر دراكر، وهو الآخر من رواد المعلومات، عن الكيفية التي بها تَخْلُقُ المعلوماتُ هياكلَ تنظيمية أكثر مرونة وأقل تسلسلا، وتُعَدُّ المسرح لطبقة جديدة من "عمال المعلومات"، طبقة تحتاج إلى أساليب جديدة في الإدارة. يقول إننا نتحرك الآن نحو عصر "ما بعد الرأسماليين"، عصر نحل فيه المعلومات محل رأس المال في إنتاج الثروة. يقول بول رومر - الاقتصادي المفضل لدى دراكر - إن المعلومات وتكنولوجيا المعلومات قادرتان على أن تجلبا تغيراً دائماً دائماً في معدل الكشف ومعدل النمو الاقتصادي. وهو يعتقد أن العالم الآن - مع تحرر الناس من التفكير الاقتصادي التقليدي ومن قيود العصر الصناعي - قد أصبح على شفا انفجار من الإبداع وصناعة الثروة لم يسبق له مثيل.

يتحدث هارلان كليفلاند عن صيغ شئون العالم بالمعلوماتية ويقول إن مفهوم الموارد الذي رافق السياسة الجغرافية يتحول الآن بسرعة ليصبح في خير كان. يضيف قائلاً: "نطلق في أيامنا هذه اسم الدولة "المتقدمة" على الدولة التي تنعم بأكبر قسط من تدفق المعلومات. نحن نعرف أن في استطاعة أي شخص أن يستخلص المعارف من مستودع المعلومات الذي يكاد يفرقنا جميعاً. لا يلزم أن تجدها داخل حدود بلدك نفسها، لا يلزم أن تنميها في وطنك ذاته، لا يلزم أن تصنعها في مصانعك الخاصة أو أن تجمعها في مصانع التجميع لديك. إنما عليك أن تضعها جميعاً في مخلك، ثم أن تضم بصورتك وخيالك إلى الأعمال الذهنية لإخوتك من البشر في صورة شبكات وشركات وتحالفات".

أما دونالد ميشيل - وهذا رائد آخر من منظري المعلومات - فيؤكد على أهمية التعلم مع تزايد اعتماد المجتمعات على الإبداع وتبادل المعلومات. وهو في هذا لا يكتفي بمجرد التأييد المتعارف عليه للتعلم، إنما يجادل بأن ثمة زمرة كاملة جديدة من المهارات التعليمية - أسمها "الجدارة الجديدة" - تصبح ضرورية لكل الطامحين في أداء عملهم بكفاءة - لاسيما

من يتقلد منهم مواقع القيادة. فالقيادة لابد أن يكونوا "قادة في التعلم"، يمكنهم أن يمتزقوا بالخطأ ويعملوا عطلهم. أما للمنظمات - وقد تكون المنظمة مجتمعاً بحاله - فلا بد أن تكون لها القدرة على التحول إلى "أساليب تعلم" قد تؤدي إلى تغيرات أساسية في الطريقة التي تنجز بها الأعمال.

أصدر ستيف روسيل زميلي بمعهد ميريديان مؤلفاً عنوانه "الحكم في مجتمع المعلومات" - وهذا تقرير عن مشروع قام فيه مع مجموعة من كبار الرسميين بالحكومة الكندية باستكشاف ما يسببه النسق الجديد للأشياء من آثار على مجتمعهم ونظامهم السياسي - وقد نهوا فيه إلى الآثار الرئيسية التالية:

* الاتجاه نحو التركيز: بما في ذلك تكريس الاقتصاد (سوق أوراق مالية متزايدة، أسواق رأسمالية بلا حدود، تكريس التصنيع، وغير ذلك)، التأثير النافذ للعلم المتركز والتكنولوجيا، والحاجة إلى معالجة القضايا (من التجارة إلى البيئة إلى حقوق الإنسان) في صيغ وشبكات ومنظمات فوق قومية.

* التزديد، والفرقة، والتشظية: التي تبدى في القوة المتزايدة للحكومات تحت القومية، وفي الإقليمية المتزايدة، وفي انتشار "الأصوات المتعددة"، نعي الزيادة في عدد الجماهير التي تسعى لتأكيد دور لها في الحكم.

* انهيار النموذج البيروقراطي / الصناعي للتنظيم: تصاغر القطاع العام والخاص كليهما، تفكيك الإدارة الوسيطة، التحلل من أحكام العمل، تزايد الاعتماد على الشبكات والحملات وغيرها من طرق التنظيم الأكثر مرونة ولا مركزية.

• إعادة جذرية للبناء: انهيار الفروق التاريخية بين الصناعات، وبين القطاع العام والخاص، وحتى بين الدول، انهيار يصاحبه بحث عن علاقات وتحالفات جديدة بين هذه الكيانات.

• تناقص احتمالات السرية، وتضمينات ذلك بالنسبة لنظم الحكم التي تركز على درجة معينة من السرية.

هذه بعض الأفكار العريضة السائدة حول الحياة في مجتمع المعلومات. فإذا أردت التفاصيل فليدك النافذة، والجأت، والإنترنت، والواقع التخليقي، وانهيار حائط برلين، وانفجار الاتحاد السوفيتي من الداخل، والنشاط المتزايد للمنظمات غير الحكومية، ونمو النظام المالي الكرضي المكثّر، ومشاهدة الكمبيوترين للمسلسلات المكسيكية، ومشاهدة الأمريكيين لحرب الخليج، ومشاهدة العالم أجمع لأروع عروض العصر، ثم أية قصة تقرؤها هذا الأسبوع عن الحياة الجنسية لأحد المشاهير.

ومعظم ما ذكرناه الآن يختص بالناحية السياسية الاقتصادية التنظيمية لثورة المعلومات. لكن هناك ناحية أخرى لا تقل روعة ولا فعالية في تحويل العالم، وتتعلق بالصلة ما بين تكنولوجيا المعلومات وحياتنا الشخصية. يلزمنا أن نفهم هذه الصلة إذ كان لنا أن نفهم كيف سيؤثر فينا ذلك التأكيد المتزايد على المعلومات البيولوجية، فمستكشفو هذه الناحية من ثورة المعلومات يعتبرونها ثورة في حد ذاتها، فصلاً جديداً في تطور الإنسان "هومو سابينس"، واقعة لا تغير فقط المجتمع والأعمال وإنما أيضاً الطبيعة الأساسية لحياة البشر.

يقول هوارد وايتولد - وله بضعة كتب في علم المعرفة والواقع التخليقي وغير هذين من المواضيع ذات الصلة - يقول إن الحاليين الحقيقيين في عالم الكمبيوتر كانوا يتركون من زمان أن الهدف من هذه التقنية ليس هو مجرد تخزين أو معالجة البيانات وإنما "توسيع قدرة عقول البشر على التفكير

ترتيب جميع المعلومات البيولوجية

والاتصال وحل المشاكل". أما أفضل مصطلح لديهم لوصف ما يقوم به الكمبيوتر فهو "الزبد". هذه الكلمة هي المفتاح إلى تفرد التطور البشري - ماضيه وحاضره، ثم مستقبله على وجه الخصوص.

الحيوان المزبد:

ثمة فريق من علماء الآثار، مركز جامعة إنديانا للبحث في الأسس الأثروبولوجية للتكنولوجيا، يقوم بدراسة الأدوات البسيطة المصنوعة من الحجر المرقق - والمسماة "أدوات أولدواي" - التي كان يستخدمها أشباه الإنسان منذ نحو ٢٥٠ مليون عام لأغراض مثل قطع جلد الفيل الذي يبلغ سمكه بوصة. كانت هذه الأدوات - كما يقولون - جزءاً متكاملًا من تطور أشباه الإنسان إلى أكلة لحوم، وهي دليل على أنهم قد بدأوا في إنتاج محاكيات للأعضاء البيولوجية - أعضاء للقطع والمرس كتلك التي تحملها اللامحيمات الأخرى. يفسر هذا واحد من الفريق بقوله: "سنلاحظ صغر حجم الأسنان والفكوك، لأن التكنولوجيا قد قامت بعمل البيولوجيا". كانت هذه الأدوات زبد مبكر حرر الجسم من أن يتطور بوسيلة أخرى.

هناك تبصر جديد في هذا الخصوص قدمه مارشال ماكولوهان - الذي تذكره أساساً لأفكاره المثيرة عن التلفزيون. كان لكتابه "تفهم الجهاز الاعلامي" عنواناً فرعياً هو "زبد الإنسان"، أبرز فيه أن لكل الابتكارات أثرها في التدعيم. إنها تستخدم كإضافات لجسم الإنسان، تُمكّن الناس أن ينجزوا أعمالاً ما كان لهم أن ينجزوها بالادارة الجسمية التي طوروها من خلال التطور الوراثي. بل لقد رأى أن في الملابس تدعيماً لجسد الإنسان - بل وتدعيماً فعالاً للغاية، لأنها تحمي طاقة الجسم، وتُمكّن البشر من الحياة بقدر أقل من الطاقة. يستطرد قائلاً:

"فإذا كانت الملابس تميزاً لجلدنا الشخصي في تخزين وتوجيه حرارتنا وطاقتنا، فإن للمساكن وسيلة جماعية لإنجاز نفس الشيء بالنسبة للعائلة أو

المجموعة. المنازل كملتحة هي تعزيز للآليات التي بها تتحكم أجسادنا في الحرارة - هي جلد جماعي أو رداء جماعي. بل إن المدن هي الأخرى تعزيز أبعد للأعضاء الجسدية يوافق حاجات جماعات أكبر. والكثير من القراء على بينة بالطريقة التي نظم بها جيمس جويس روايته "عوليس"، بأن نَسَبَ عضواً جسدياً مختلفاً إلى كل من صور المدينة من حوائط وشوارع ومباني وميديا مدنية.

والزَّيْدُ - الإضافات الاصطناعية أو التحسينات في جسد الكائن - ليس مقصوداً بأي حال من الأحوال على البشر وحدهم. يستخدم ريتشارد دوكنز - عالم البيولوجيا التطورية - مصطلح "المظهر المَزِيد" في وصف كل الأدوات والتراكيب التي يخلقها الحيوان بغيرته. لكن الإزادات البشرية تصبح جزءاً من الحضارة - الابتكارات والأفكار التي يمكن أن تنتشر وتُحَسَّن وتُستخدم بطرق جديدة. بل وهناك فارق أكبر حتى من هذا: البشر يرفدون "التفكير".

قام السيكلولوجي مورلين دونالد، من جامعة الملكة في أونتاريو، بلمّ النتائج من عدد من المجالات في هيكل نظري بارع لتفهم ما أسماه التطور المعرفي للجنس البشري. ولقد نسمي مَدْخَلَه هذا أيضاً باسم التطور بالازادة: تطور لا يضاف فيه إلى الجسم وإنما إلى قدرته على تفهم المعلومات وتوصيلها.

والقضية التي يطرحها هي أن الجنس البشري يجذب نفسه من مستويات الرئيسات ليعلوها، وذلك عن طريق سلسلة من الابتكارات. وهذه في حد ذاتها ليست بالفكرة الجديدة تماماً، إنها تعيد إلى الذاكرة فكرة بيرجسون عن "هومو فابر"، كما نجد في الأفكار القائلة إن الإنسان هو الحيوان صانع الأدوات. لكن دونالد يحاول أن يصنع معنى أكبر وأكثر صقلاً. هو يقول إن أهم هذه الابتكارات كان هو أنساق الرمز والمعرفة. ابتكر الناس أولاً الرموز؛ أشياء ترمز إلى أشياء أخرى - وهذا في حد ذاته ابتكار رائع -

ثم مضوا على مدي فترات طويلة من الزمن يتكثرون نظمًا رمزية جديدة تمامًا متزايدة التعقيد والقوة، مثل اللغة والكتابة. ولقد وسم كل من هذه النظم الجديدة للرميز تحولًا تطوريًا إلى مستوى جديد له قدرات جديدة من الفكر والفعل - تحولًا أنتج بالفعل نوعًا جديدًا يختلف جذريًا عن النوع الذي ابتكر قبله. كان كل من هذه تحولًا تطوريًا، ولقد غير كل منها البشرية كما غير العالم.

على أن الكلمة لم تكن في البدء. ارتبط التحول الأول - التحرك من مستوى القردة العليا والانسان الجنوبي إلى مستوى هومو إركتس - ارتبط بظهور القدرة على المحاكاة الجسدية، أي إعادة تمثيل الوقائع. كان هذا التحول الذي ربما لم يتطلب إنجازه سوى بضع مئات الآلاف من السنين، كان يجري منذ نحو مليوني سنة. ولقد مكّن أسلافنا من النوع إركتس من أن يقوموا بما لم يفعله حيوان قبلًا - تنظيم مجتمعاتهم بطرق جديدة، إنتاج أدوات غاية في التهذيب، التحكم في النار، ثم الهجرة بعيدًا بعيدًا عن موطنهم الأصلي.

أما التحول التالي - التحرك من حضارة إركتس إلى حضارة هومو ساينس - فقد اصطحبت بدايات اللغة البشرية الحقة. ولقد تضمن هذا بالطبع ما يزيد كثيرًا عن إصدار ضحّة ذات معنى، كما تضمن تطوير قدرة معرفية جديدة. كان على النسل أن يتمكنوا من أن يفكروا ويتحدثوا في صيغة قصصية، وأن يفهموا القصص التي يرويها الآخرون. بهذا اكتسبوا قدرات جديدة على التعلم كما اكتسبوا ذاكرة جماعية، وطوروا أدوات أكثر تعقيدًا، وابتكروا ثقافات شفوية متقنة: ثقافات الأسطورة والشعائر والعقيدة.

كانت هذه التحولات التطورية تحولات ثقافية وبيولوجية. لقد مكّنتهم النظم الرمزية الجديدة من بناء كيانات من المعرفة يمكن أن تتقبل من جيل

إلى جويل - "الدنا الثقافي" كما يسميه بعض منظري التطور. وفي نفس الوقت تطوّر البشر خيوطاً. كان الانتعاب البيولوجي يحايي مَنْ يمتلك غنا يصلح لاستخدام المعلومات الرمزية، وَمَنْ يحمل جهازاً صوتياً يلائم اللغة.

وكان التحول الثالث هو ما أطلق عليه دونالد اسم التحرك نحو نظم الترميز "البصرية التصويرية" التي تستخدم العلامات والرسوم في تمثيل أشياء أو أفكار أخرى.

يلو أن تمثيل العالم برموز بصرية أمر "طبيعي" جداً حتى ليصعب حقاً أن نعود بمقولنا إلى زمن لم تكن لنا فيه هذه المَلَكَة - أن تصوّر الحياة البشرية على غير ذلك. لكن الترميز البصري كان ابتكاراً حقيقياً، فتحاً قام به البعض بطرق مختلفة في أزمان مختلفة وأماكن - ولم تصل إليه الكثرة من المجتمعات البدائية أبداً. عثر الأركيولوجيون على آثار للبصريّات التصويرية في أنواع شتى من الزخارف القديمة، في الرسوم بالكهوف، وفي الكتابات المبكرة بالطبع. لكن دونالد يؤكد أنه ليس أمراً محتوماً أن تتقدم اللغات المنطوقة لتصبح لغات مكتوبة. فمن بين الآلاف، بل ربما مئات الآلاف، من اللغات المنطوقة التي طورها البشر، لم يتطور إلا أقل من العُشْر إلى صيغ محلية مكتوبة، ثم إن قلة جد صغيرة من هذه قد أُنتجت قديماً معقولاً من الآداب - ثقافات تركز على الترميز البصري. ينتهي دونالد بقوله: "لم تكن الكتابة فقط تطوّراً متاعراً، بل كانت أمراً نادراً جداً".

ومع الكتابة ظهر نوع جديد من الزيد، أقرب إلى ما نسميه الآن بالتكنولوجيا. بدأ التفكير الإنساني ذاته يستخدم أداة. وفي نهاية الأمر أصبحت اللوحات المنحوتة ولغات العردي ثم الكتب، إزادات للعقل - مثلما تكون الملابس زينة للجسد - ثم طور الأفراد نوعاً مختلفاً من الروابط مع ثقافتهم، لأن الدنا الثقافي كان يتقل من خلال قنوات جديدة.

تجيب، معجب، للمعلومات البيولوجية

قاد التحول الثالث.... إلى مرحلة ثالثة من التطور المعرفي، شَمَّها بنزوح عاملين رئيسيين في أسلوب البناء المعرفي هما الرمزية البصرية والذاكرة الخارجية. ولابد لنا أن نعتبر التخزين الرمزي الخارجي هو تفكير في "خزائن" البنية المعرفية البشرية، إن يكن تفكيراً في الخزان غير بيولوجي. وكانت نتائجه بالنسبة لأسلوب البناء المعرفي للبشر مشابهة لتناجح تزويد وحلة تشغيل مركزية بجهاز تخزين خارجي، أو إذا أردت دقة أكثر، بـوصلة مع شبكة.

للشخص المتعلم الآن جهاز ذاكرة مَزِيد يصله بمقادير هائلة من المعلومات، أبعد بكثير من معرفته الشخصية. ونحن نعتبر هذا أمراً مسلماً به، لا أحد يتوقع من طباطب أو طبيب أو مؤرخ أن يتذكر كل ما يرتبط بموضوع عمله - وإن كان هذا بالتحديد هو ما كانت تفعله المجتمعات اللاهبرية تصورية. يحكي أليكس هالي في روايته "الجنود" تجربة اتصاله ببقايا مثل هذا المجتمع - وهي تجربة من أهم وقائع حياته، الواقعة التي أسس عليها كتابه. كان يبحث عن جنوده، ويحاول أن يتحقق من أسطورة عائلية عن سلف أسير وبيع في سوق الصيد منذ نحو مائتي عام. سافر إذن إلى جامبيا وتحدث مع مجموعة من الرجال لديهم دراية بالحياة الثقافية للبلاد:

أخبروني بشيء لم يخطر لي أبداً على بال: هناك رجال طاعنون في السن - يسمونهم - "الجهريوت" - لا زالوا يعيشون في القرى البعيدة القديمة، رجال هم في حقيقة الأمر أرشيف متحرك للتاريخ الشفوي. يكون الجهريوت الراشد عادة في أواخر الستينات من عمره أو أوائل السبعينات، ومن بعده هناك من هم أصغر سناً - ثم صبية يبالغون عنهم، يستمعون إلى حكاياتهم أربعين أو خمسين سنة قبل أن يوهل أي منهم ليصبح جريوتا راشداً، قادراً على أن يحكي في مناسبات خاصة تاريخاً يمتد إلى الوراء قرونًا، تاريخ القرى والعشائر والعائلات والأبطال العظام. انتقل مثل هذا التاريخ الشفوي جيلاً وراء جيل عبر أفريقيا السوداء كلها من أيام الجنود القدامى - هكذا علمت - وكان هناك جريوتات أساطير معروفون يمكنهم أن يرووا

حرفيا جوانب من التاريخ الافريقي لمدة ثلاثة ايام دون أن يكسروا أنفسهم أبداً.

وعندما لاحظ الجامبيون مدى الفول الذي أصابني، ذكروني بأن كل شخص حي إنما هو سليل أسلاف عاشوا في زمان ومكان لم يعرفوا فيه الكتابة، ولم يكن لمة وسيلة آخذ لتخزين المعلومات ونقلها سوى ذاكرة الناس وأفواههم وآذانهم.

عاد هالي بعد فترة إلى أفريقيا، ثم أخذ طريقة إلى قرية نائية وبصحبته حاشية من المرشدين والمترجمين والموسيقيين - فقد عرف أن الجريوت لا يعمل دون خلفية موسيقية. وصل إلى عجوز حكى له في ساعتين ونصف الساعة عن قائمة الأنساب، وعرف هالي تاريخ أسرته، وتأكد من صحة قصة سلفه كوتسا كينفي.

إذا أراد البعض في أيامنا هذه أن يعرفوا عن أسلافهم لجأوا إلى نظم التخزين الخارجية: هم يشتررون كتباً عن سلاسل الأنساب، هم يستخدمون برنامجاً به فراغات في شجرة العائلة يملأونها، هم يفتشون عن سجلات مدونة قديمة، وربما استشاروا بنوك البيانات الهائلة كذلك الموجودة بكنيسة المورمون. الناس يصنعون ضروباً مختلفة من الروابط ويتبادلون ضروباً مختلفة من الرموز. لمة أعداد من الناس أكبر كثيراً يرتبطون بشبكات المعلومات هذه، بل إن بعضاً من المعلومات التي تلقاها أليكس هالي بالاتصال المباشر بالثقافة الشفوية، قد سُحلت الآن في كتابه. يمكنك أن تعثر على نسخة من كتاب "الجنور" في مكتبك، أو قد تحصل على فيديو كاسيت من المسلسل التلفزيوني الذي عُرض من سنوات. لقد وصل كشف هالي إلى الملايين بعد أن تفجر عبر أجهزة إعلام عصر المعلومات. عسرنا شيئا - فلم نعد ندرب مثل هذه الذاكرة الفخمة - وكسبنا شيئا. كسبنا كل الآداب، ومثلها

التاريخ الذي نعرفه: تاريخ يتضمن أكثر من مجرد سجل قبيلتنا، إذ يمتد إلى مجتمعات عديدة، بل ويتضمن تطور البشر ذاته.

تتلاشى الثقافات الشفوية القديمة، ومع تلاشيها يحسب الباحثون العالم يحملون مسجلات الأشرطة، ومعهم أيضا أجهزة الفيديو - يتحدثون إلى المعجزة من الرجال والنساء، مع رؤساء القبائل، والعراقين والجريوت، يسجلون قصصهم. "يحفظون" تراثهم من المعارف التقليدية المنطوقة (طبيعي أن الثقافة الشفوية إذا ما حُفظت إلكترونيا لم تعد بالضبط ثقافة شفوية). وإذا ما سُجلت الحكيم المأثورة تخطت حدودها الجغرافية والاجتماعية الأصلية - وثبتت إلى فضاء التوجيه والضبط، وأصبحت جزءا من مجتمع المعلومات.

وتطور الثقافة - الذي يحفظ بقايا النظم الرمزية القديمة مع ابتكاره لأخرى جديدة - يوازي تطور عقل الإنسان، ولا يزال ماضينا يحيا بداخلنا. يعتقد دونالد أن "كل نظام رمزي جديد ظهر بقي كاملاً داخل البناء العقلي المعاصر، بحيث أصبح عقلنا المعاصر بناءً موزايكيًا من مختزلات معرفية من المراحل المبكرة لظهور الإنسان". إننا نتحرك عبر ما هو بصري تصويري إلى معلومات تُشفّر وتُنقل إلكترونيا في صورة بيانات - رموز رموز يمكن إعادة ترجمتها إلى كلمات أو صور أو أصوات. لكننا نستبقى أيضا أثناء ذلك ذخيرتنا المعزونة من الإبداع التي تمكّنتنا من الاتصال، عن طريق المحاكاة، والقصة أيضا.

فإذا تبعت هذا الخط من التفكير فستصل لا شك إلى الاستنباط بأن الأحجية القديمة عما إذا كان الكمبيوتر سيتمكن يوما من أن يفكر أفضل من البشر - المادة التي تُعرض في الكثير من جلسات طلبة الدراسات العليا والعديد من مقالات النقاد في الصحف، ومادة بعض الجدالات بين الفلاسفة - هذه الأحجية ليست بالضبط بالسؤال الصحيح. فإذا وضعنا قول بوجو

في صياغة جديدة قلنا: لقد عرضنا الكمبيوتر الضخم (الميجاكمبيوتر) وما هو إلا نحن - ونحن و تكنولوجيا تنفجر أبدأ، غيا في تصايش. ومع استيعابنا الابتكارات الجديدة داخل حياتنا العاملة واللاهية والفكرية، فإننا نعيد ابتكار أنفسنا. هذا هو تطور الانسان، إنه شيء أبعد بكثير من التطور البيولوجي، وأكثر بكثير أيضا مما نعيه عادة بالتطور الثقافي. أو كما قالها دونالد: "قد تكون جيناتنا في أغلبها مطابقة لجينات الشمبانزي أو الغوريلا، لكن بنياننا المعرفي ليس كذلك. لقد وصلنا في تطورنا المعرفي إلى نقطة حرجية. إننا كائنات نستخدم الرموز صيغت من شبكات، إننا نختلف عن كل ما قبلنا"

أما الطريقة التي ننظر بها إلى حال البشر أو إلى تطور الانسان، فتبدي في أعمال أصحاب الرؤى من المجالات المختلفة. يعتقد المورخ بروس مازليش أن "البشر قد بدأوا بصورة حاسمة يبنون طريقا غير الفجوة ما بينهم وبين الآلات"، يكشفون "أن الأدوات والآلات هي جزء لا يتجزأ من الطبيعة البشرية في تطورهما". أطلق مازليش على هذا الفتح اسم "الفجوة الرابعة"، وكان ما يعنيه هو نهاية الفجوة الرابعة. إن روايته عن التقدم التطوري البشري هي قصة دروس تعلمناها - دروس من نوع فريد جدا: يكشف الجنس البشري في كل درس أن أشياء كان يعتبرها يوما منفصلة ليست كذلك على الإطلاق. فجوة فكرية تُحسّر، فجوة تختفي. تعلمنا من درس كوبرنيك أن كوكبنا ليس منفصلا عن الأجرام السماوية، تعلمنا من درس داروين أن البشر ليسوا منفصلين عن الحيوانات، وتعلمنا من درس فرويد أن العقل الواعي ليس منفصلا عن أصوله في "ما قبل الشعور". وما نحن نتعلم أننا لا نستخدم أدواتنا ببساطة - لا ولا نستخدمها هي ببساطة، كما قد يقول كارهو التكنولوجيا - وإنما أن الكائن البشري هو نحن وأدواتنا معا.

غير أن كلمات مثل "أداة" أو "ماكينة" لا تكاد تكفي لوصف ما يحدث الآن. حقا إننا نتعامل مع أدوات معلومات وماكينات معلومات، لكنها

زجيب بمجتمع المعلومات البيولوجية

نتعامل أيضا مع العديد من نماذج الاتصال الجديدة - اتصالات بين البشر والآلات، نعم، إنما هناك أيضا اتصالات بين النفس وبعضهم بعضا، وبين النظم الأيكولوجية، وبين الكائنات الحية جميعا. وكما رأينا في الفصول السابقة، فإن الكثير من المعلومات التي يستعملها النفس الآن معلومات بيولوجية، وبنوك المعلومات لا تحوي فقط سلاسل الأنساب وإنما أيضا المعلومات الوراثية والبيولوجية. إن نظام الرموز يتحول ليصبح أداة لتحوير الأنواع، تحوير جينومنا نحن وتحوير النظم الأيكولوجية. وفي أثناء ذلك يتغير التطور ذاته. لم يعد تطور النوع مجرد مسألة تكيف مع البيئة، فحين بطرق شتى نحور البيئة لتكيف معنا. ولقد حدث علاوة على ذلك شيء غريب لضرب المعلومات المنفصلين - الوراثي/ البيولوجي والرمزي/ الثقافي - وكنا نفهم أنهما سويا يتدخلان في تطور الإنسان. يبدو أنهما يتلفقان سويا، لتُفلق إذن فتحة أخرى. يبدو الأمر كما لو كانت الفتحات قد بدأت تتواري من كل مكان، شبكة كاملة من مفاهيم قديمة وفوارق تنهار، بينما نكافح نحن كي نفهم كيف أصبحنا، وكيف أصبح العالم. قام الكاتب جريجوري ستوك بصياغة مصطلح جديد هو "الميتامان - الإنسان الأسمى" يصف به الجنس البشري بمرته وجميع مبتكراته ككُل حي واحد يقول: "هذا الاسم يعترف بدور الإنسانية الرئيسي في تشكيل الكيان، مثلما يؤكد - على الرغم من مركزه حول البشر - أنه أبعد عن أن يكون إنسانيا فقط. الميتامان هو أيضا المحاصيل، آلات المزارع الحيوانية، والمباني، وأجهزة الاتصال، وغير ذلك من العناصر غير البشرية والبني التي تشكل جزءا من المؤسسة البشرية".

يا إله السماوات! لقاء بيواكتروني، زيد، تطور معرفي، فتحة رابعة، ثم الآن: للميتامان! للقاريء حقا أن يشعر بالرعب من هذه للمأدبة من الألفاظ الجديدة، وأن يتساءل عن السبب في أن يجتهد الكتاب في ابتكار كلمات جديدة وعبارات. أما يكفيهم معجم مفردات اللغة الحالي؟ أنا لا أعتقد

ذلك. إننا نتحدث عن عالم جديد، عالم يحتاج وصفه بعضا من كلمات جديدة. الكلمات هي أهم ما ينقل المعلومات. وعلمنا في بعض الأحيان أن نوسع معجمنا اللغوي حتى نوسع بصيرتنا.

وهذا يعود بنا إلى مجتمع المعلومات - مصطلح آخر صُك مؤخرا! بنا هذا الفصل يناقش حول هذا الموضوع، ثم استعرضنا بعضا من الأفكار العلمية عنه. يقلل كل ما اقتبسناه من قواعد صحيحة في سياق مجتمع اليوم علماتي ناشيء. والواقع إنك إذا عدت لتتظر ثانية إلى مختلف النقاط التي أثارها منظرو الثورة المعلوماتية، فسرى وثاق صلتها بما يحدث عندما تلغى البيوتكنولوجيات بتكنولوجيات المعلومات/ الاتصالات. إن تشكيل هيكل اجتماعي جديد، والأهمية المتزايدة لعمال المعرفة، وأغلفة المجتمع وسييرته، والمفاهيم المتغيرة عن الموارد، وبروز أهمية التعلم، والتكريم المتصاعد - إن هذه جميعا تبدو أبعادا للخطوة التطورية التالية التي نتخذها، العالم الجديد الذي يتعلق مع الجنس البشري إذ يزود نفسه بالميكروبيولوجيا وبشبكة كرسية من المعلومات الإيكولوجية. من المهم جدا أن نفهم هذه الخطوة إذ نخطوها، وأن نفهم هذا العالم إذ نصنعه.

هذا ما سنحاول أن نفعله في بقية فصول هذا الكتاب. وقبل أن نغضي إلى التفاصيل، ربما كان لنا أن نتأمل بعض النقاط الإرشادية حول المعلومات إجمالا، والتي سيثبت على الأغلب أن لها بمخاض علاقه بالحياة في المجتمع اليوم علماتي. وهذه النقاط الأساسية - التي استخلصتها من أعمال الكهين من منظري المعلومات والتي أضفت إليها ملاحظاتي لي شخصيا - ستظهر ثانية فيما يتعلق بالكثير من تطورات اليوم معلومات التي سنتناقشها:

* كل المعلومات نالصة. هناك دائما ما لا نعرفه. هناك دائما طريق آخر لإعادة تأطير ما هو معروف. وعلى هذا فكثرا ما يضطر الناس إلى اتخاذ

قرارات هامة بناء على بيانات متقوصة - أمهات يفكرن في الإجهاض، أو قادة حكوميون يتفكرون فيما سيفعلونه بشأن تغير مناخ الكرة الأرضية.

* المعلومات لا تقلص مجال الخيارات. إنما قوصته. الأغلب أن يسعى من يواجههم قرار هام عليهم أن يتخفوه إلى الحصول على معلومات أكثر، على أمل أن ما سيكشفونه سيقوم عمليا باتخاذ القرار نيابة عنهم. ولقد ينجحون بهذه الطريقة في تقليل عدد البدائل، ولكن الأمر لا يكون دائما أسهل، على الرغم من أن المعلومات المضافة قد تجعل من عملية اتخاذ القرار على الأرجح أكثر دلالة وأكثر فاعلية. إذا ما بدأ زوجان في البحث عن الطرق الممكنة لنزع الحمل أو لبدء حمل جديد، فسيواجهان في عصر البيومعلومات بمجال منهل من الخيارات في كلا الاتجاهين.

* المعلومات دائما عرضة لتأويلات عديدة وتفسيرات. البيانات لا شيء حتى نسيج عليها معنى، حتى تجمع في قصة - ما زلنا حيوانات حكاية - ومن الممكن أن توفق كل قطعة من المعلومات داخل قصة مختلفة لها رسالة أخلاقية مختلفة - جماعة مختلفة من الأبطال والأوغاد. يذكرنا الفيلسوف ريتشارد رورتي: "من الممكن أن نجعل أي شيء رديا أو طيبا بأن نعيد وصفه".

* المعلومات تأتي في صور عديدة: بيانات، أساطير، صور مرئية، ما بعد النظريات. والحق أن معظم منطري المعلومات لا يعتبرون البيانات معلومات على الإطلاق. إنها أقرب إلى ما قد تسميه معلومات كامنة. يقول دراكر: "البيانات ليست معلومات. المعلومات بيانات أسبقنا عليها الصلة والقصد". يميز كليفلاند مثله بين البيانات (الحقائق غير المهضومة) والمعلومات (وقائع نظمها لك آخرون لكلك لم تستوعبها في تفكيرك - مثلا: جرائد لم تقرأها بعد) والمعرفة (المعلومات التي استوعبتها) والحكمة (المعرفة وقد تكاملت، صيرتها النظرية نافعة للغاية)".

* يتحدث مختلف الناس بلغات معلوماتية مختلفة، حتى وهم يتحدثون بنفس اللغة. كثيرا ما يتسبب الجدل العام في أن يقف من يتحدث لغة الاحصاء ضد من يتحدث لغة الأساطير - وطبعي ألا يكون الاتصال بينهم على ما يرام. يحدث هذا كثيرا في الجدل البيومعلوماتي عندما يقف العقلون ومعهم أقرابهم الصلبة المحملة بالمعلومات الاقتصادية أو العلمية، في مواجهة تعاويد فرانكشتاين وحمايا.

* المعلومات تتسرب. من أهم ملامح مجتمع المعلومات الثلاثة للنظر - والمهبط لدى الكثرين - أن لا أحد يبدو قادرا على إبقاء أي شيء سرا. منذ بضعة عقود حُجبت عن معظم الشعب الأمريكي حقيقة أن الرئيس فرانكلين روزفلت شخص معوق. لكن مثل هذا الخداع لم يعد ممكنا في أيامنا هذه التي تُذيع فيها أجهزة الاعلام في سعادة أدق تفاصيل حياة الأغنياء والمشاهير. ولقد أصبح تآكل السرية هذا مصدر قلق بالنسبة للبيومعلوماتية، مثل نتائج الفرز الوراثي، فالمعلومات عن القابلية الوراثية لشخص مثلا للتأثر بالمخاطر البيئية قد تستعمل في حرمانه من وظيفة أو من التغطية التأمينية.

* يكاد يستحيل تلميز المعلومات إذا ما بُثت. ستكون هذه النقطة الأخيرة قاسية بالنسبة لكل من يتوق إلى حفظ البيوتكتولوجيا. قد يبدو هذا أمراً حذابا، لكنه مستحيل. عليك أن تتخلص من كل معمل في العالم، وأن تراقب عقل كل عالم وطالب، وأن تمزق الإنترنت، وأن تحرق الكتب حتى أن تضيء السماء - عليك في الحق أن تلغي الثورة المعلوماتية برمتها. لكن تبقى البيوتكتولوجيا، فللمعلومات مهاراتها الخاصة للبقاء.

صورة البيومعلومات:

يظهر مجتمع البيومعلومات عن عمليتين مترامتين: زيادة المعلومات البيولوجية - كذلك النوع الذي ينتج عن مشروع الجينوم البشري، وعن

المشروع الدولي للغلاف الصخري والمحيط الحيوي - والنمو المتفجر لنظم المعلومات والاتصالات. تنمو هذه الآن بسرعة، لتؤسس روابط جديدة، تمتد وتندمج مثل الشبكات العصبية التي تنمو في مخ طفل. وكما سنرى، فإن كل الكائنات الحية على الأرض، كل النظم الإيكولوجية، كل النظم البيولوجية والأرصادية، كل هذه تتحول لتتصل بالنظم البيومعلوماتية الجديدة.

تتحرك في حياتنا اليومية إليها ومنها بطرق عديدة قد تبدو عادية: أن تُطعّم ضد مرض، أن تستخدم عدة تشخيص منزلية، أن تشاهد حالة الجو في التلفزيون، أن تشتري بذور أصناف جديدة من النباتات لحديقة منزلك، أن تبرع بالدم أو أن يُنقل إليك دم، أن توقع على استمارة تسمح بنقل أعضاءك إلى آخرين عند وفاتك. كل واحدة من هذه تربطك بنظام بيومعلوماتي، وكل النظم تتغير، ومعظم هذه الأفعال التي نقوم بها روتينيا ونأخذها قضية مسلماً بها - فلا نلاحظها - كانت كفيلة بأن تعصف تماماً بعروس الناس منذ بضعة أجيال لا أكثر.

يتشكل المجتمع البيومعلوماتي من العديد من أمثال هذه النظم، ومن الروابط التي تربط ما بينها. إنها ليست مجرد خط أنابيب محايد من البيانات، إنها أيضاً - كما سنرى في الفصول التالية - توزع القوة والثروة؛ فما تحويه من معلومات كثيراً ما يكون مسألة حياة أو موت، بالمعنى الحرفي للكلمة. ثم إن المعلومات كثيراً ما تكون محل خلاف. فمنظمات المعلومات - مثل اتحاد بيوت العلاقات العامة وجمعيات حماية المستهلك - قد تحارب بعضها بعضاً، في بعض الأحيان، داخل المجتمع، تماماً مثلما تتحارب النظم البيولوجية أحياناً داخل أجسادنا.

وهذا المحيط البيومعلوماتي المتغير أبداً هو البيئة التي بها نعيش الآن، ومن ثمّ يصبح البقاء من الآن فصاعداً هو قضية أن نتعلم التكيف معها - بينما نتعلم

في الوقت نفسه كيف نكيفها لنا - فهي على أية حال من صنعنا نحن. إننا نحيا بها، وهي تكمن بداخلنا، إننا - لكل الأعراض العملية - هي. ربما كان هذا حقاً هو الجزء من التفكير الحالي الأصعب في الفهم، أو حتى في الملاحظة - رغم وضوحه إلى حد ما.

الجزء الثاني

الحياة المتغيرة للجسم البشري

الفصل الخامس الزئيد ، قديمه وحديثه

كانت نسبة الانتصاب ثلثين أو ثلاثة أرباع، وكان هذا يتسبب أحيانا في مشكلة لانتثائه أو التواله أو اتسلاله، وبهذا فقد كان النجاح يعتمد على مدى تعاون الرفيقة. ليس في هذا ما يطلبه من يريد المتعة. ولولا العضلة العاصرة التي نقلت لي، لاخترت النوع القابل للنضج، لكنني أركسي وبشدة المغروسة المُرنة في مثل هذه الأحوال.

— إرف ، من يرض أجريت له جراحة ترقيعية.

كيشر، كحيوانات مزيدة، نحن نحيا في تكافل مع معلوماتنا وابتكاراتنا. تتغير عندما تدخل إلى حياتنا معلومات جديدة وابتكارات جديدة، فتصبح ضربا آخر من الحيوانات. لكن ينذر أن نلرك بعد أن تتغير كم أصبحنا مختلفين عما كناه قبلا. ننسى ما حدث من جيشان وقت التحول، تلوي المعلومات الجديدة نخبو في خلفية الحياة، نؤخذ الابتكارات قضية مسلما بها. مَنْ مِنّا ينفق وقته يعجب بالفاكسينات في عروقنا، أو بالنظارات فوق أنوفنا، أو بالحشو داخل أسناننا؟ لو انا انتبهنا حقا إلى الثورات التي انتقضت فلربما استطعنا أن نتحرك بشكل أكثر فعالية نحو العالم الثوري الجديد، عالم الحاضر والمستقبل.

خدعة الدكتور جينر

خذ مثلا حكاية التحصين. إنه لشيء رائع (أليس كذلك؟) أن نحور الآن جهازنا المناعي روتينيا، مستخدمين الفاكسينات نخدع بها الجسم ليطور المقاومة ضد أمراض لم يسبق أن أصيب بها. عرف الأطباء الصينيون منذ آلاف السنين كيف يطعمون الناس ضد الجدري بأن يعرضوهم لإصابة بسيطة به. من يين طرق إجراء هذا أن نحفف ونسحق قشور الجلد للأخوذة

من المصابين بالمرض، ثم نفخ المسحوق في أنف المريض من خلال ماسورة من العظم مجوفة. وهناك طريقة أخرى هي أن نولج قطعة من القطن ملوثة في ضجة أنف المريض. كانت هناك تقنيات مختلفة للتطعيم عن طريق الجلد شائعة في الكثير من بلاد العالم - مثل إدخال مادة مأخوذة من ثمرة جدري في جرح صغير. ثمة طريقة روسية مفضلة يُعرّض فيها المريض لساونا أو لحمام بخار لتُفتح مسام جلده فيلتهن بصدید الجدري ويهلك بعنف بأغصان شجر البتولا.

وعلى الرغم من أن التطعيم كان واسع الانتشار (كانت بالبحر، في أواخر القرن الثامن عشر، عيادات "جدري" متخصصة) فقد كانت له عيوبه. من هذه العيوب أن الإصابة الخفيفة بالجدري، وما يصحبها من حمى وغثيان، كانت مؤلمة، بل ولقد كانت الآلام تغدو موحية مع النظام العنيف للنزف والتطهير الذي اعتقد الأطباء أنه يساعد على "استيعاب" التطعيم. ومنها أن الإصابة الخفيفة بالجدري الناجمة عن التطعيم كانت في بعض الأحيان من الخطورة حتى لتسبب الندوب أو العمى أو حتى الموت. ومنها أيضا أن الطبيب قد ينقل مع صديد الجدري من المصاب أمراضا أخرى - كالتهاب الكبد والجذام والزهري والسل. لم يكن ثمة فهم واضح لآلية العدوى، ولم يكن هناك حتى إجماع على أن المرض ينتقل فعلا بين الناس. كان البعض من الأطباء يميزون صيغة من نظرية "الجراثيم" التي كانت تحوم في الجو منذ قرون، لكن كان منهم أيضا من يصر على أن فكرة العدوى بين الأفراد ليست سوى تطهير محض، وأن السبب في التفشي المفاجيء للمرض هو "الميازما" - دخان خبيث يخرج عن جثث أو مواد تتحلل في التربة، مثلما تجده في روايات إدجار آلان بو.

ولقد تصور أن اكتشاف إدوارد جينر للتطعيم عام ١٧٩٨ - نعي أنك تستطيع أن تصيب شخصا إصابة ضعيفة بجدري البقر (غير المؤذي نسبيا) فتعد بذلك جهازه المناعي ليطور مقاومة ضد الجدري - تصور أن هذا

الاكتشاف سيقابل بالترحاب من الجميع. كان الجلدري، الذي دخل أوروبا مع الصليبيين العائدين، قد أصبح مرضاً خطيراً يقتل الملايين - وأغلبهم من الأطفال - ويترك الملايين ما بين أعمى ومقعّد ومشوه. لكن الثورات لا تحدث بسهولة، ولقد كان كشف جينر لحالة نادرة يضاف فيها التطعيم ضد مرض مناعة بدأ به) كما غير الحكم، إذ أخذ البعض ينادي ببرامج قومية للتطعيم العام. يقول أحد المؤرخين إن جينر كان أول شخص في التاريخ يحول مرضاً إكلينيكيًا إلى علة اجتماعية أو مجتمعية تماماً: "لقد حول الجلدري ليصبح أول مرض رئيسي يمكن الوقاية منه كلية عن طريق التدخل المجتمعي المكثف".

أصبح التطعيم موضوع جدل حار - جزئياً بسبب هذا البعد السياسي. عارضه لأسباب واضحة - إن تكن غير جديدة بالنسبة - أصحاب عيادات الجلدري الذين رأوا، على حق، أن عملهم سيُفْقَضُ عليه تماماً مع تحول الناس إلى طريقة أسهل وأرخص لا تتطلب دخول المستشفى. عارضة توماس مالتوس (مُنظّر العالم المكثف بالسكان) الذي تنبأ بأن التطعيم سيطلق عنان التزايد السكاني. عارضة رجال الدين الذين اعتقدوا أن إصابة الإنسان بمرض من الأبقار هو فعل غير طبيعي يعارض مشيئة الله. عارضه العلماء وأهل الطب المقتنعون بالميازما الراضون نظرية الجراثيم. أصبرت الممرضة العظيمة فلورنس نايتنجيل حتى آخر يوم في حياتها على أن الجلدري يظهر من تلقاء نفسه في الظروف غير الصحية، دون ما سبب من الخارج. عارضه الدكتورون (ولم يكن داروين بينهم) بعد نشر كتاب "أصل الأنواع"، فقد رأوا أنه يهدم القوانين الصحيحة للانتخاب الطبيعي بأن يساعد الضعيف على البقاء، بل وربما على الإنجاب. خصص هيربرت سبنسر، الدارويني المتعصب الذي صاغ عبارة "البقاء للأفضل"، خصص ردهاً طويلاً من حياته في مقاومة أية تلاعب قد تؤدي إلى ما أسماه "الإبقاء الاصطناعي على مَنْ هم أقل قدرة على العناية بأنفسهم". عارضه أيضاً من تخوفوا من وجود آثار جانبية له، ولقد عبّر رسّام

الكاريكاتير جيمس جيلري عما سباد آتخذ من هلع من التكنولوجيا في رسم له عنوانه "الآثار الرائعة للتطعيم الجديدي" تظهر فيه أبقار مُنمَّنة تنفجر من جلد الناس.

تجمّع المعارضون ليؤسسوا تحالفات بأوروبا والولايات المتحدة تُعارض التطعيم، تحالفات خاضت لعقود طويلة معارك عنيفة ضد مصلحي الصحة العمومية الذين ظلوا يضغطون لإقامة برامج تطعيم قومية. وفي النهاية انتصرت قوى الصحة العمومية، وإن كان الملايين من الناس قد أخذوا أثناء المعركة يجربون عملية التطعيم بصورة شخصية. انتشرت المعلومات في العالم بأسرع من انتشار الجدري ذاته. كانت معظم الحكومات بطيئة في تبني برامج التطعيم العمومية، لكنها كانت أيضا بطيئة في اتخاذ التدابير التي تحظر التطعيم، فسمحت للناس بتطعيم أنفسهم وعائلاتهم ومرضاهم إذا كانت لديهم الفكرة العامة عن كيفية إجراء التطعيم وتمكنوا من الحصول على جدري البقر. كان انتشار التطعيم على وجه العموم مفيدا، وإن كان من الطبيعي أن تقع بعض الحوادث المؤسفة والفواجع والمحاولات الفاشلة. وفي عام ١٩٧٧ أبلغ عن آخر إصابة بالجدري - كانت لرجل من الصومال.

وعلى هذا، فبعد أقل من قرنين من إجراء أول تطعيم على يدي جينر، لم يعد الجدري واحداً من الأسباب الكبرى للعذاب البشري، وإنما أصبح تحفة طبية غريبة. أما آخر السلالات الباقية من الفيروس تتوقف تنتظر الموت، مجمدة في التزوجين السائل في معملين يقعان تحت حراسة صارمة - واحد في أطلانتا والآخر في موسكو - بينما يتجادل العلماء والرسيمون فيما إذا كان من الأفضل تدميرها أو إبقاؤها حية للبحوث القادمة. لقد تغير سبيل التطور البشري بعد أن أنقذ التطعيم ملايين الأرواح، كما تغيرت أيضا السيرة التطورية لفيروس الجدري: نمة أسل كبير في أن يصبح أول نوع يقضي عليه الإنسان عامداً.

في خلال فترة المائتي عام هذه، تغير الكثير. أصبح علم المناعة وعلم الأوبئة علمين من العلوم الهامة، هما شبكات دولية لتبادل المعلومات. في عشرينيات القرن الماضي تمتعت جبهة الميازما بفترة قصيرة مما بدا نصراً حاسماً، عندما توصل أطباء فرنسيون، من دراسة وباء الحمى الصفراء في برشلونة، إلى أن المرض لا يمكن أن يكون قد انتشر بالعدوى - لكنهم أجبروا على التقهقر عندما التقى الميكروسكوب بالطب وتمكن العلماء من رؤية الجراثيم بأعينهم المزيّدة. قبل التطعيم شأنا من شؤون السياسة العامة، لم تقبله الحكومات القومية فقط وإنما أيضاً المؤسسات الدولية، مثل منظمة الصحة العالمية. تغير فهم الناس للأمراض المعدية تغيراً جذرياً، وأخذت الفرق الطبية تجوب العالم تطعيم الناس بالملايين. تحول رأي الناس فيها، وتعاملوا معها بطرق مختلفة، واجتذبوا إلى شبكات كرضية للمعلومات والاقتصاديات والسياسة العامة. واليوم، ومع انتشار مرض الإيدز في العالم كله، فإننا نتوقع ونطلب أن يتصدى له البعض - البحوث، والأطباء، والحكومات.

علم المناعة : الانفجار الهاديء

عندما طور جوناس سولك فاكسيناً ناجحاً ضد شلل الأطفال في خمسينات هذا القرن، عمت الأخبار الأرض ترف هذا الانجاز الخظير. ونحن نتوقع اليوم أن يعلن دوريا عن فاكسينات جديدة ضد أمراض لم تكن الوقاية منها ممكنة قبلا، حتى ليصبح من الصعب حقاً أن يحظى أي إعلان كهذا بالعناوين في الصفحات الأولى. ولقد حظي الإعلان عن فاكسين جذيري الماء باهتمام الجماهير عندما أجيء في أوائل عام ١٩٩٥، على الرغم من أن المرض نادراً ما يتقدم ليمسب مضاعفات خطيرة، كالالتهاب الرئوي مثلاً أو التهاب المخ. ولو ظهر يوماً فاكسين للإيدز، فلا شك أن سيكون أخطر الأنباء العلمية في العالم كله.

أما الوضع عند تحرير هذا الكتاب - فالأوضاع تتغير بسرعة في حقل المعلومات - فهو بالتقريب كما يلي: تتقدم البحوث الأساسية بسرعة - ومشروع الجينوم البشري على وجه الخصوص - لتضع الأسس لتقدم مستمر في التحصين ضد الكثير من الأمراض. وهذا صحيح حتى مع تزايد شحة التمويل الفيدرالي بالولايات المتحدة. لو أن المناخ السياسي والاقتصادي كان مختلفاً، لو أن بيت المال كان أكثر سخاء، إذن لتقدم البحث الأساسي بخطى أسرع حتى من هذا. في نفس الوقت سنجد أن معامل شركات البيوتكنولوجيا بالدول المتقدمة تنفق ملايين الدولارات في البحوث الموجهة نحو تطوير فاكسينات جديدة يُفطن أن لها سوقاً رابحة.

سنجد في غير هذه من الدول فرقاً من العلماء - بعضها ممول جيداً والبعض ليس كذلك - تعمل لإنتاج فاكسينات لأمراض تصيب الناس في المناطق الأقل ثراءً من العالم. من الأنباء التي تسعد حقاً ما جاء من كولومبيا، حيث يبدو أن الدكتور مانويل باتارويو قد طور فاكسيناً ضد الملاريا.

والملاريا من أكثر الأمراض فتكاً بالبشر، في مثل خطورة الجدري أيام أوجّه - وهي، مثل الجدري وشلل الأطفال، من أكثر الأمراض فتكاً بالأطفال. تسمى أحياناً "ملكة الأمراض"، فهي تصيب ٣٠٠ مليون شخص سنوياً، وتقتل في كل عام مليون طفل في أفريقيا وجنّها. هناك الكثير من الأدوية، لكن ليس ثمة شفاء أكيد، وليس ثمة علاج وقائي. يسبب الملاريا طفيليّاً يهاجم مجرى الدم، ويكمن في الكبد، ويصيب خلايا الدم - وللأمراض الطفيلية سمعة غير طيبة في علم استجابتها لأي نوع من الفاكسينات. أمكن إبادة الملاريا من بعض المناطق لفترة محدودة باستخدام الـ "دوت" - وذلك بقتل البعوض الذي يحمل الطفيلي - لكن البعوض تمكّن من تطوير مقاومة لهذا المبيد، لترتفع ثانية حصيلة الملاريا من المرضى. لكن أثر الملاريا يمتد لأبعد من عدد الوفيات: فالكثيرون يعانون من الملاريا على

نحو مقطع طوال حياتهم، وتكون النتيجة حالة مزمنة من تدهور الصحة والإنتاج.

ولقد كانت الملايا قضية سياسية أيضاً - إنما بطريقتها الخاصة. لقد ارتاب القادة في الدول النامية، السياسيون منهم والعلميون، في أن فاكسين الملايا ليس بالمرشح الجذاب لدى شركات القطاع الخاص البحثية. ثم تحقق ظنهم هذا عام ١٩٨٤ عندما سعت منظمة الصحة العالمية تطلب العون من شركة جينتيك - إحدى شركات البيوتكنولوجيا بكاليفورنيا - لتطوير وتسويق أول نموذج لفاكسين الملايا. فحصت الشركة احتمالات تحقيق الأرباح لحاملي أسهمها من مثل هذا المشروع، وقرر نائب الرئيس لشئون البحوث أن "تطوير فاكسين للملايا لا يتفق مع استراتيجية عمل جينتيك". ولقد كان الرجل على حق من وجهة نظره كمدير، ومن ثم جرى معظم البحث الجاد عن فاكسين الملايا بالولايات المتحدة في العقد التالي، جرى عن طريق مشاريع تمويلها وكالة التنمية الدولية والمؤسسات الخاصة. قامت وزارة الدفاع برعاية البحث وفي ذهنها تحصين الجنود الأمريكيين المقيمين بالخارج.

أثار فاكسين باتارويو قدراً كبيراً من الجدل، لأن بعض نتائج الاختبارات قد أشارت إلى أن فعاليته لا تزيد عن ٣٠ - ٣٥٪، ولأنه كان من الصعب أن يقبل العلماء بالولايات المتحدة وأوروبا أن يصدر مثل هذا الفتحة الخطير من مكان مثل كولومبيا، بل إن بعض العلماء والوكالات العالمية، مثل منظمة الصحة العالمية، قد جادلوا ساخرين فيما إذا كان هذا الفاكسين يستحق حتى أن يوضع تحت اختبار واسع النطاق. وبينما كانت المناقشات عتيدة كان الدكتور باتارويو يعمل في حمية على طراز محمّس من الفاكسين. ثمة ملاحظة أبداهها مسؤول بإحدى وكالات منظمة الصحة العالمية (البرنامج الخاص للبحث في التدريب على الأمراض الاستوائية) ملاحظة تقول الكثير عن المعدل السريع للتغير في مجال التحصين. كان

يتحدث معضداً مواصلة العمل بالفاكسين الأول لياتارويو فقال: "إنه أشبه ما يكون بشراء كمبيوتر: عليك أن تدفع لتشري ما هو متاح الآن، والفاق الوحد هو أنك تعلم مؤكداً أن طراز الكمبيوتر سيصبح أثرياً بعد أسبوع، أما بالنسبة لفاكسين الملاريا فسيكون لدينا وقت أطول للاستفادة به".

يفتش باحثو الفاكسينات عن طرق لتحصين الناس ضد أمراض لم يسبق القلب عليها، مثل بعض ضروب السرطان، يفتشون عن طرق أفضل لتوصيل الفاكسينات، مثل الرشاشات الأنفية أو الحبوب بدلاً من الحقن، يستكشفون تقنيات جديدة مثل "محاكيات الفيروسات" التي تُبنى من شظايا بروتين اصطناعية بدلاً من الفيروسات المعينة أو المثبطة التي سببت في بعض الحالات الإصابة بالمرض المُفترض أن تقي منه. والبعض من الباحثين يعملون على فاكسينات لها أغراض أخرى: ثمة قلة من المستقبلين يتباون بابتكار فاكسينات ضد صلع الرجال وضد تآكل الأسنان، كما أن التحصين ضد الحمل يعتبر مدخلاً واعداً. وهناك شركة شبرون الأمريكية، القائمة في مجال البيوتكنولوجيا، التي ترود الآن تطوير فاكسينات "ما بعد الإصابة"، فاكسينات يمكن أن تقلل من حدة أمراض مثل الجربس بعد أن تصيب الشخص.

أنت لا ترى الفاكسينات تعمل، ليس من شواهد كثيرة تظهر على جسم الإنسان تدل عليها - اللهم إلا ندبة التطعيم ضد الجدري - لكن الجسم المُحصّن - رأيته أم لم تره - هو جسم مزيد بيوتكنولوجيا، ويختلف اختلافاً هائلاً عن آخر. لم يُحصّن. وهناك أعداد تتزايد من البشر يتحركون بيننا الآن وأجسامهم مزيدة بطريقة أو بأخرى، تركيباً وعضوياً.

الجسم البيوني (البيوالكتروني)

من زمان بعيد مضى، بدأ الناس يفكرون في طرق تعرضهم عما يصيهم من حوادث كتلك التي تقضي على حياة الرئيسات الأخرى إن وقعت

عليهم - عصا مثلاً تساعد الشخص على المشي إذا كسرت ساقه، أو رجل خشبية لمن فقد قدمه. تحكي السجلات القديمة عن استعضات أكثر طموحاً، كالأذن الاصطناعية أو الأنف الاصطناعي. ولقد تعود الناس في القرون الأخيرة على الكثير من الأدوات التي نحاول بطريقة أو بأخرى تعويض آثار الأضرار أو الأمراض أو كبر السن: نظارات، أعين زجاجية، أبواق سمع، أطقم أسنان، خصلات شعر مستعار، أطراف اصطناعية متزايدة التعقيد. ثم طوّر التلفزيون، في السبعينات، هذا إلى مستويات خرافية مع ابتكاره الرجل البيوني، وهذا رائد فضاء تهشم بشدة في حادثة مؤسفة لصاروخ عند انطلاقه، ثم قام العلماء بإعادة بنائه فيما يشبه المعجزة. يقول صوت المعلق في مقدمة كل حلقة: "يمكننا أن نجعله أفضل مما كان، أسرع... أقوى". صنعوا له ذراعاً آلية قوية يمكن بها أن يدفع الأشجار إلى الحائط فيمروا خلاله، ورجلين قويتين يمكن بهما أن يجري أسرع من الرصاصة، وعين زوالة يمكنه تقيدها وتعيدها لرؤية الأجسام البعيدة. أما الشيء الوحيد الذي كان على ما يبدو أبعد من تناول العلم في ذلك الحين فهو القدرة على زرع موهبة التمثيل في نجم المسلسل!

أدخل مسلسل "رجل ستة ملايين دولار"، وشبيهه مسلسل "المرأة البيونية"، أدخل كلمة بيوني إلى معجم ألفاظ عامة الناس. ونحن نسمي في الواقع استخدام الكلمة في أيامنا هذه - فهي تعني، تقنياً، لقاء البيولوجيا بالإلكترونيات، ومعظم الأجهزة التي تزرع في أجساد البشر ليست إلكترونية - لكن هذا لا يهم حقاً، فاللغة التي تعلمناها منذ عقود قليلة لم تكن تحوي كلمة تغطي كل ما نفعله الآن لإصلاح وتحسين وتحميل - بل وفي بعض الحالات إنقاذ - أجساد البشر. وكان أن قامت كلمة البيوني بالمهمة (ومثلها أيضاً كلمة "الترقيع" القديمة، وهي الأخرى ليست بالكلمة المضبوطة تماماً).

منذ زمن ليس بالبعيد كنت أركب دراجتي أمتزه في عطلة نهاية الأسبوع بين مزارع الكروم في كاليفورنيا، عندما قابلت كهلا. تحدثت معه فذكر لي أن له مفصلَ ورك اصطناعيا. قال إنه قطع بنجاحه ذلك اليوم أربعين ميلا، أو ما أقرب، وأكد أنه لم يشعر بأية متاعب، كما أعصمني أن تسليته المحببة هي الرقصة الريعية. هذا الرجل بيوني حقيقي يرشف كأس النبيذ في فندق جيمسرفيل.

لم تعد المفصلات الاصطناعية - الكتف والمرفق والرسغ والورك والركبة والكاحل، التي يتحرك بها الملايين من الناس - تثير انتباهها خاصا في هذه الأيام. إنما يثير الانتباه غير هذه من الأجهزة الآلية: ضابط النبض، آلة بيونية تنظم ضربات القلب - العاصرات الاصطناعية، التي تزرع قرب مثانة الرجال والنساء، ويمكن لحاملها أن يشغلها بالضغط على مضخة صغيرة مزروعة في الصفن أو في شفرتي المهبل - حراشات "ترقيع" القضيبي (وهذه ليست ترقيعا بالمعنى الحقيقي لأنها لا تستبدل العضو الفعلي) عن طريق مغروسة مرة أو عن طريق زرع أنابيب قابلة للنفخ لتمكّن العاجزين جنسيا من الانتصاب - بنى اصطناعية للأذن الداخلية لاستبدال العظام الرهيفة التي أنفلجها مرض مزمن - مولجات من إلكترونيات بقوقعة الأذن الداخلية أعادت السمع إلى الآلاف من الصم. هذه حتى الآن هي أعقد الأجهزة الالكترونية التي تزرع في البشر، وتعتبر الآن كمبيوترات متممة توضع داخل العين كطريقة يستعيد بها الأعمى جزءاً على الأقل من بصره.

ولقد تطور مع مثل هذه الأدوات مفهوم جديد في الطب. فالمعروف أن هناك ثلاثة مفاهيم في الطب: الطب الوقائي (تجنب المرض) والطب الملطف (تخفيف المرض) والطب العلاجي (إيقاف المرض). أما الآن فقد أضيف مفهوم رابع: الطب الاستبدالي أو التعويضي - التمكن من وسائل لاستبدال جزء من الجسم (مفصل مثلا) أو وظيفة (نبض القلب الطبيعي مثلا).

ليس من الممكن أن نجعل كل هذه الأجهزة تختفي داخل الجسم، أو أن نقوم بعملها البيوني أو توماتيكيا فتمكّن حاملها من أن يحيا حياة طبيعية. ولقد نتج عن الطب التعويضي أيضا أجهزة رائعة ذات صرير، مثل الرئة الحديدية التي يُحجز بها بعض ضحايا مرض شلل الأطفال طيلة حياتهم، ومثل القلب الاصطناعي الأول الذي أبقي بارني كلارك - طيبب الأسنان المتقاعد - حيا لمدة ١٢٢ يوماً في عام ١٩٨٣. أما أول الأعضاء الاصطناعية فكان آلة الديلزة، وهذه جهاز عسر الاستعمال فعال جدا بدأ باستخدامه الدكتور ويليم كولف، مبتدع الطب البيوني، عام ١٩٤٣ على المرضى ذوي الكلى المعطوبة. استمر الدكتور كولف في ابتداع صور جديدة كما هو الحال معه - صنع في الستينات آلات جديدة من ماكينات الغسيل - ولقد خطت هذه التكنولوجيا خطوات واسعة خلال ما يزيد على الخمسين عاماً من تاريخها، وهناك الآن ما يقرب من نصف مليون شخص يعيشون على آلات الديلزة، ومنها موديلات عديدة (من بينها ما يسمى الكلى الاصطناعية) هي في واقع الأمر آلات ديلزة عمولة - لكن ليس منها حتى الآن ما يمكن اعتباره بديلاً ملائماً للكلية البشرية الحية.

في هذه المرحلة من تقدم الطب التعويضي، تبدو الأجهزة المزعجة - مثل آلة الديلزة أو القلب الاصطناعي - مُرضية تماماً إذا ما استخدمت كبداية مؤقتة - تبقى المريض حياً حتى يسيل من مرض حاد، أو حتى تُحرى له جراحة، أو حتى يُنقل إليه عضو. لكن كل شيء يتحرك، وسيغير هذا مؤكداً. ومثل الكهر من الثورات التي نحكي عنها في هذه الصفحات، فإن البيوالكترونيات ثورة طفلة، وإن كانت قد أصبحت رغم صغر سنها فرعاً محترماً من الطب، كيانا متنامياً من البحث العلمي، كما أصبحت أيضاً صناعة مزدهرة. بها ثروات هائلة، وعنهما تظهر - على نحو دوري - منتجات جديدة.

والبعض من متحجات المستقبل ستكون تحسينات على المتحجات القديمة - أطراف أفضل ومفاصل وضابحات نبض ومغروسات. وآلات دبلزة محمولة حقا - لكن هناك احتمالات بفتوح رائعة. يتوقع البعض ابتكار أعين اصطناعية وأذان، لا تكون مجرد بدائل بجمعية وإنما أعضاء عاملة فعلا قادرة على الإحساس بالضوء والصوت تنقل الإحساس إلى المخ. يعمل الباحثون على مواد أقرب إلى العظام البشرية وأنسجتها، بل ويُعاد "امتصاصها" في الجسم مع الوقت ليحل محلها العظم الطبيعي وأنسجته. من بين هذه المتحجات عجيبة يمكن حقنها من خلال الجلد إلى العظمة المكسورة حيث تتصلب بسرعة إلى مادة تشبه العظم الطبيعي بل وأقوى، ثم يحل محلها بالتدريج عظم حقيقي مع التام الكسر. وغضاريف الاستبدال "زبد" طبيعي نسيجا، لأنها تتعلق عن تنمية خلايا غضاريف الفرد نفسه في مستتب، ثم حقن النسيج الناتج في المفصل المضار. ثم عدد من المختبرات تعمل الآن في حمية على بدائل الدم، بأن تولج جينات بروتينات الدم في بكتريا أ. كولاي أو غيرها من أنواع البكتريا الصالحة. في السوق الطبية الآن بالفعل بدائل للجلد، وفي الطريق بدائل أخرى. من بين هذه منتج يُصنع بأخذ خلايا غلفة الأولاد الذكور بعد الختان، ليضاف إليها كولاجين من الأبقار مُنقى، ثم يُستزرع المزيج الناتج في بيئة غذائية.

أما عن بيوالكترونيات (بيونيئات) المستقبل، فالبعض منها مما يمكن التنبؤ به، بينما يستعصي البعض الآخر على التنبؤ. يمكننا أن نتنبأ بتقديم علم/ صناعة/ فن استبدال أعضاء جسم الانسان ووظائفه - ربما بسرعة كبيرة، لكن بالطبع ليس بالسرعة التي يأملها مَنْ يحتاج هذه الأعضاء. لكننا لا نستطيع أن نتنبأ بأفضل ما سيصلح من مواد ومداخل وتكنولوجيايات. ثم حصان غير متوقع قد يفوز في هذا السباق: تجديد الأعضاء - تنمية عضو كامل من بضع خلايا. يقول أحد الباحثين: "إذا أمكن مثلا أن تبدأ بخلايا الفرد ذاته فتجدد منها كبده، فإننا بذلك نتجنب مشاكل رفض الأعضاء، أو ما يرتبط بها من مضاعفات في كبت المناعة. ومثل هذا الفتح سيسمح بعلاج

عدد من الأمراض مثل استبدال البنكرياس لدى مرضى السكر، وتجديد الأمعاء في التهاب غشاء القولون المتقرح وما يرتبط به من علل الأمعاء.

وظفي أننا سنرى لقاءات أكثر - استبدال أجزاء من الجسم مُهندَسة جزئياً عن خلايا حية وأنسجة، وجزئياً عن عناصر ميكانيكية وإلكترونية. هناك بالفعل إشارات على أن هذا يحدث، لكننا نستطيع أن نقول إن الطب التعويضي يتقدم الآن في واحد أو اثنين من طريقتين ليسا منفصلين تماماً: الأدوات الاصطناعية، ونقل الأعضاء.

قلوب جديدة لكبار السن:

لا تزال البيونيا تحمل، لدى الكثيرين منا، مسحة من شذا الخيال العلمي - على الرغم من الاحتمال القائم بوجود شخص ما في عائلتك يحيا بضابط نبض أو مفصل اصطناعي. أما نقل الأعضاء - وهو انجاز لا يقل في تعقيدته التكنولوجي عن البيونيا - فيتمشي إلى عالم الأدب المسرحي. هناك شيء ما حول نقل الحياة من شخص إلى آخر - أن نأخذ عضواً من شخص ثم نزرعه في آخر - شيء يلاحقنا حيث كنا.

نقرأ إذن ونحرك مشاعرنا قصة الأبوين الأمريكيين اللذين قُتل ابنتهما ذي السنوات السبع في إيطاليا برصاصة طائشة أطلقها لص - فرتبا الأمر للتسرع بأعضائه للأطفال الإيطاليين. ونذكر لا زلنا الفيلم المؤثر الذي بثه إحدى محطات التلفزيون عام ١٩٩٥ تحت عنوان "قلب لأوليفيا"، عن طفلة نورث كارولينا التي كانت أصغر من زُرِعَ به قلب جديد - كان عمرها أقل من ساعتين. (كان قلبها المصاب بتشوه قاتل قد اكتشف وهي لا تزال جنينا في شهره الخامس؛ وكان صاحب القلب طفلاً ولد بمخ ميت في سبوكين واشنطن).

وتاريخ زرع الأعضاء أقصر من تاريخ البيونيا والجراحة الترميمية. هناك بالطبع أساطير عن محاولات لزرع أطراف وأنوف وآذان وجلد، بل وحتى أعضاء داخلية. ولقد تم بالفعل بعض التقدم في جراحة نقل الأعضاء في

أوائل القرن العشرين - لكن معظم هذه الجهود، حتى ما بدا منها في أول الأمر أنه ناجح، أحبطته استجابة الجسم بالرفض.

أما ما حدث مؤخراً من زيادة مذهلة في عدد العمليات الناجحة لنقل الأعضاء، فيرجع جزئياً إلى ما تم من تقدم في تقنيات الجراحة - وقد تم الكثير منها على الحيوانات - لكن الجزء الأكبر يرجع إلى التقدم في علم العقاقير. كثيراً ما تبدو عملية النقل نجاحاً مدوياً - تدب الحياة بالكلية المنقولة كما لو كان الأمر سحراً، وتكتسب اللون، وتبدأ في العمل - ثم تتحول لتصبح كارثة عندما يكشف الجهاز المناعي للمتلقي العضو الغريب، فيدمره. ولقد غيرت اليوم معلومات الجديدة هذا. اكتسب علماء الطب تفهمنا دقيقاً يتزايد للطريقة التي بها تصنع الاستجابة المناعية ما تصنع. ثم أنعم الله عليهم بالكشف الرائع عن عقار يمكن استخدامه في معادلة هذه الاستجابة.

طورت شركة ساندوز السويسرية للعقاقير هذا العقار (سيكلوسبورين أ) من فطر نادر له قرابة بعيدة بالفطر الذي أنتج البنسلين من عقود معدودة. بدا كشفه كالصدفة السعيدة - بل ولقد كان، بشكل ما، هكذا فعلاً - لكنه كان أيضاً نتيجة الإجراءات التي صُمِّمت بحيث تجعل مثل هذه المصادفات ممكنة. صدرت التعليمات لعلماء ساندوز بأن يعودوا بعينات من تربة أي مكان يزورونه. وعاد بعضهم من رحلة بالترويج ومعه كمية من تربة سهول التندرا. حُلِّلت هذه إذن، فوجدوا أنها تحمل فطراً رأى الباحثون أنه قد يصلح كمضاد حيوي أو مضاد للفطر - لكن نتائج الاختبارات لم تكن مشجعة، فأهمل على الرف بجانب ما لا يعد أو يحصى من العينات المجلوبة من هنا وهناك، إلى أن اكتشف أحد البيولوجيين بالشركة أن لهذا الفطر خصيصة رائعة هي كبت الاستجابة المناعية دون أي من الآثار الجانبية التي تحدث عن العقاقير الأخرى. وحتى مع هذا، فقد تطلب الأمر وقتاً لإقناع الإدارة بالبدء في إنتاج العقار واختباره عند نقل الأعضاء - تطلب

الأمر ثلاثة عشر عاماً منذ وصلت العينة من الترويج عام ١٩٧٠ وحتى صرحت مصلحة الغذاء والدواء باستخدام السيكلوسبورين (سنة ١٩٨٣). وبسرعة، أصبح هذا العقار هو ثالث أكبر منتجات الشركة مبيعا في العالم - في الولايات المتحدة أولاً حيث تجرى معظم عمليات نقل الأعضاء. يقول الصحفي الطبي مارك دووي: "ربما لا يكون السيكلوسبورين قد تَوَرَّطَ، ولكنه بالتأكيد قد تَوَرَّطَ نقل الأعضاء، وقد يَتَوَرَّطُ نقلُ الأعضاء الطبِّ".

وعلى الرغم من أن السيكلوسبورين هو أبعد عن أن يكون العقار الكامل المضبوط، فإن فيه ما يكفي لجعل نقل الأعضاء إجراءً طبيًا شرعياً يتزايد استعماله، وفيه ما يكفي لتسهيل تطوير كل ما يلزم من تغيرات من أجل هذا الاستعمال: تحسينات في الجراحة وفي طرق التخزين الاحتياطي للأعضاء، ونقلها، سن القوانين والتشريعات الجديدة، تغييرات في القيم الاجتماعية والرأي العام، وضع نُظُمٍ جديدة للمعلومات لتسهيل الربط بين الواهب والمتلقي.

أتصور أنه قد يبدو لبعض القراء أن اتجاهي تجريدي وبعيد، في حديثي حول عصر المعلومات إذ يَخْلُقُ نماذج كرضية جديدة للربط بين الناس. فإذا لم تكن من العلماء، فقد لا تتحرك كثيرا النُظُمُ الشبكية لبنوك المعلومات وقواعد البيانات. لكنك إذا نظرت إلى القوائم للتزايده الطول لمن يطلبون نقل الأعضاء، وإلى الشبكات للتزايده العمد لتبادل المعلومات، وإلى الأعداد المتزايدة ممن يعيشون بقلوب متقولة من آخرين، وكلى، وقرنيات، ودم، وأنسجة، فمن الصعب ألا تدرك أننا قد أصبحنا مترابطين بشكل لم يسبق أن كانه أي نوع آخر - لا أقصد فقط مترابطين مع الآتيا، وإنما مترابطين أيضا مع بعضنا بعضا.

التقنية البيولوجية المرتدة:

من بين أعجب ما أذكره عن أواخر الستينات، أنني كنت أتخذ طريقي في دروب لوس أنجلوس متجها إلى معمل أبحاث قضاء، وهناك أمضي إلى

حجرة هادئة مظلمة، فأجلس ساعة أو نحوها مستغرقاً في التأمل ولحمة
إلكترونيات متصلة يرأسى .

كان هذا جزءاً من برنامج بحثي يقوده سيكولوجيون يترسون قدرة
الناس على ممارسة السيطرة المتعمدة على نماذج موجات مخاضهم. كنت
واحدًا من المتطوعين، وكان عليّ أن أتعلم كيف أصبل إلى حالة "الموجة
ألفا" - التي تقلس مَرَسَمَة موجات الدماغ - والتي أثبتت الأبحاث مؤخرًا
أنها الحالة التي يصلها المتأملون المتقدمون. وعلى عكس هؤلاء، فقد تميزتُ
بنظام إلكتروني مرتد يُصدر همهمة مستمرة مقبولة، عندما يصدر غمي
النقرات الصحيحة. بسرعة تعلمت - مثل معظم من يؤدي هذه التمرينات
- أنني أستطيع بسهولة أن أبلغ حالة ألفا، دون أن أدرك تمامًا كيف أفعل
ذلك. أستطعتُ السيطرة على موجات غمي.

ارتدت إلى هذه المغامرات البيولوجية المبكرة عندما قرأت عن التحارب
التي يستخدم فيها الناس موجات المخ في تحريك شفرة على شاشة
الكمبيوتر، أو حتى في التحكم في حركات محاكيات الطيران. أجريت
التحارب على الكمبيوتر بمركز وادزويرث في ألباني نيويورك. يجلس
شخص، تتصل بقرة رأسه إلكترونيات، أمام شاشة ينظر إلى شعرة وإلى
هدف قائم الزاوية على ركن من الشاشة. والكمبيوتر الذي تتصل به هذه
الإلكترونيات، مبرمج لترجمة الانبعثات الإلكترونية الضعيفة، التي يصدرها
المخ، إلى حركة للشعرة. ومهمة الشخص هي أن يشاء أن يُدخل الشعرة في
الهدف، الذي قد يحركه المحرب من ركن إلى آخر بمجرد أن يبقى الأمر مثبواً.
تمكّن الأكثر بحيرة من الأشخاص من وضع الشعرة في الهدف في سبعين
محاولة من مائة. قال معظم الأشخاص إنهم استخدموا في البداية التصور
الذهني البصري في تحريك الشعرة؛ فلقد يفكرون مثلاً في شيء طافٍ يدفعها
في رفق إلى أعلى، لكن لم يعد من الضروري بعد فترة أن يستدعوا مثل هذه

التصورات. أصبح في مقدورهم تحريك الشعرة حتى أثناء تحديثهم مع شخص آخر. لكنهم لم يعرفوا كيف يقومون بذلك.

كان المفحوصون في مشروع السيروناتيقا البيولوجية الذي نُفذ في قاعدة رايت - باترسون الجوية بأوهايو - كانوا يُربطون بالأسلاك في طائرة مُقلّدة - صندوق كبير بلا نوافذ. تعلّموا كيف يكتفون موجات مخاضهم (دون لمس مفاتيح التحكم) ليرسلوا إشارات تسبب في أن يتدحرج المحاكى من جانب إلى آخر، كما يحدث عندما تُحوّل الطائرة اتجاهها. كانت الفكرة أنه قد يتمكن الطيارون بهذه التقنية في النهاية من أداء مهام صغيرة، مثل تغيير محطة الراديو وأيديهم حرة تفعل شيئا آخر - أو ربما مكنتهم من أن يطيروا الطائرة بهذه الطريقة.

دخلت التغذية المرتدة البيولوجية - وما سبق كان بضعة أمثلة لها - دخلت الوعي العام في الستينات، أخذت على أنها روح ذلك العصر - اكتشاف العقاقير المخدرة، التبحر للتصوف الشرقي، الشعور بأن حل كل شيء قد غدا قريبا، اللُؤار الذي شاع حول قوى المخ غير المُستغلة. ولقد كانت لها أيضا ادعاءاتها عن الاحترام العلمي. كانت تستخدم الآلة، مما طمأن العلماء الأمريكيين فلم يبنلونها كموضوع سطحي. ثم إن آثارها يمكن أن تُقلّس وتُختَر. ولم يكن من الصعب إثبات أن المرضي قد تمكنوا حقا من أن يتعلموا أن يخفّفوا ضغط دمهم، وأن يغيروا درجة حرارة جلودهم، وأن يغيروا عدد نبضات قلوبهم.

لم تتمكن التغذية المرتدة البيولوجية من تحقيق آمال أكثر مؤيديها حماساً، مثل الدكتوراة بمرارة براون - التي كانت تجري بحثاً عن هذه التغذية المرتدة في لوس أنجلوس، تقريبا في نفس الوقت التي كتبتُ أقوم فيه بملود حيوان التعارب - وادعت أنها "أقرب ما اكتشف إلى الدواء الذي يشفي من جميع الأمراض". لكن اتضح أن "الاستقبال للزهد للحس العميق" - كما يسمى أحيانا - له الكثير من الاستعمالات في علاج مشاكل كصداق

التوتر، وتقلص العضلات، ومتاعب الكلام - والفويا (الرهاب)، والأرق، والإدمان، والعجز الجنسي. ثمة دراسة حديثة تقول إن "الدعم العلمي لتطبيقات التغذية المرتدة البيولوجية قد تزايد بوضوح، على الرغم من التشكك والنقد وتعقيدات إجراء البحوث ذات المعنى والجودة في هذا الميدان".

والتغذية المرتدة البيولوجية هي مثال ساحر معو لفحوة مازليش الرابعة - اختفاء الحدود بين الإنسان والآلة. ولقد يبدو من السهل أن نفترض - كما يفعل الكثيرون - أن مثل هذه الروابط ستجرنا من إنسانيتنا، وستقلل من قرارات الفرد واستقلاله. لكن قدرة الشخص تزداد مع "الاستقبال المزيّد للحس العميق". لقد نقضت التغذية المرتدة البيولوجية الفروض النظرية السابقة عن عدد المهام الجسدية التي يمكن للعقل الواعي أن يتحكم فيها، واجهت تلك الفروض عمليا بحالة مريض السكتة إذ يوصل بالمرسم العضلي الكهربائي ليتدرب على تحريك عضلاته المشلولة. الآلة ذاتها لا تحرك العضلة، إنما توفر للمريض المعلومات البيولوجية فيستخدمها في استعادة السيطرة على جسده. ولقد تصبح هذه جزءاً من تغير ثوري في حياة البشر إذا ما استفدنا منها كما يجب.

مريض المعرفة (والطبيب المزيّد)

يتخوّننا بيتر داركر أن مجتمع المعلومات قد خلّق ضرباً جديداً من العمال - "عامل المعلومات" - لا يمكن ببساطة أن يُسّاس بالقواعد التي كانت تصلح أيام رجل التنظيم وهممة عمال المناجم. كتب هارلان كليفلاند عن "مدير المعرفة التنفيذي" الذي يحتاج إلى تصور للقواعد الجديدة - وإلى أن يترك أيضاً أن القواعد الجديدة سرعان ما ستحول إلى قواعد قديمة.

وبنفس الشكل، فقد بدأنا نكتشف في السنين الأولى من عصر اليومعلومات أن الحفاظ على الصحة لن يظل مثلما كان قبلاً. لقد تزايد عدد المجالات التي تخضع للعقل البشري والمعلومات والخيار. منذ زمن ليس

بعيدا كانت الأمراض هي ببساطة ما يحدث للفرد منا، هي النصيب والقسمة. ولا يزال بيتنا حتى الآن من يعتقد أن مرض الإيدز هو عقاب من الله حل بنا بسبب الانحراف الجنسي وإدمان المخدرات - لكن معظمنا يرى في الإيدز فيروساً قد ينتقل من فرد إلى آخر وقد لا ينتقل - تبعاً لطريقة ممارسة الجنس وطريقة تعقيم الحقن. حب الخير - كما تقول ماي ويست - لا علاقة له بالموضوع، للمعلومات لها كل العلاقة به.

تُحوّل ثورات البيومعلومات الطب، وهذا التحول يمضي إلى أعماق مما قد تصوره من قراءة الأخبار عن آخر الأدوية والفاكسينات والعلاجات. الواضح أن الاختصاصيين الطبيين يستوعبون الآن الكثير من المعلومات، ويتعلمون مهارات جديدة. أما الأقل وضوحاً فهو أنهم يتعلمون أساليب جديدة: استخدام النماذج مثلاً في سر جسم الانسان ومعرفة طريقة عمله. هم يُثَقِّنون إلى أن يصبحوا "للناوين بالمعرفة" - هم ليسوا عارفين بالمعنى العتيق فقط، وإنما هم أيضاً مهرة في الإبحار داخل الشبكات وقواعد البيانات إذا ما أرادوا تعلم شيء جديد، كما أنهم عارفون بالقواعد التي بها تعمل المعلومات أو لا تعمل.

ورغم ذلك فقد لا يكون هذا كله بأكثر من قمة جبل الجليد، الجزء المرئي من الثورة الطبية الجارية، والأقل نسيباً في الأهمية. والكثير مما يتم الآن يتحدى الهياكل الأساسية للممارسة الطبية، ويعدّ بنهاية زمان يقدم فيه المريض في منزلة حسنة للإصلاح، ويتقلد فيه الأطباء سلطة إلهية. يعلم الله أن هناك من حولنا الآن الكثير من الأطباء المتسلطين، وهم ليسوا بأكثر من ديناصورات. إن أفضل علاج في زماننا هذا يتضمن تعاون المريض تعاوناً نشطاً عارفاً، والكثير من المنتجات التي تخرج عن لقاء البيوتكنولوجيا بتكنولوجيا المعلومات تشير إلى هذا الاتجاه.

هناك مثال لهذا التعاون نجده في اختبار الحمل بالمنزل - وهذا واحد من أول منتجات البيوتكنولوجيا مرّة دون خلافات تقريباً. ولمة مثال آخر هو

أجهزة الاحساس البيولوجية (وهذه آلات إلكترونية يمكنها أن تقيس أوتوماتيكيا مستويات مواد معينة). ومعضدو هذه التقنية يتوقعون أن يقوم المرضى بإجراء اختبارات الدم في منازلهم، لينقلوا المعلومات إلى المعمل، أو هم يتوقعون من المرضى بالأمراض المزمنة أن يراقبوا أنفسهم بأنفسهم.

تستخدم الصورية البيولوجية والنمذجة الآن ليس فقط لمساعدة الأطباء والباحثين وطلبة الطب في عملهم، وإنما أيضا لمساعدة المرضى على تفهم طبيعة مشاكلهم الطبية، وعلى أن يقوموا - بناء على المعلومات - بخيارات أفضل من بين العلاجات الممكنة.

اقترحت مقالة ظهرت بمجلة "عالم مزود بالأسلاك" (وايارد) المهمة بشعون الكمبيوتر، اقترحت "الاتصالات الموجهة نحو الصحة" (هوت) كطريقة لدفع هذا الاتجاه إلى الأمام دفعة هائلة. أشارت المقالة إلى أنه "من بين كل الأفعال التي تشكل "اللبطة" الكبيرة التي نسميها "الرعاية الصحية"، سنجد أن الغالبية العظمى ليست سوى تحويل معلومات - لا هي حقن ولا جروح ولا حبوب دواء. قد تكون المعلومات تشخيصية (أشعة إكس، دلالات حيوية، مظهر المريض وإحساسه) وقد تكون المعلومات علاجية (وصفات طبية وأوامر بإجراء اختبارات) وقد تكون استشارية (الالتهاب الرئوي شيء، يا طيبسي العزيز، لكني لا أحب رؤية هذه الإفرازات)، وقد تكون تعليمية (يا سيدتي، لمصلحة الجنين عليك أن تحافظي على وزنك أثناء الحمل، هذا ليس وقت "التخصيس" السريع). وقد يكون الأمر متعلقا بالفواتير وقضايا التأمين". تذكر المقالة أيضا أن الكثير من هذه المعلومات، حتى في أيام التكنولوجيا الرفيعة هذه "تعالج بطرق كانت تسعد تشارلس ديكنز كثيرا" أما الحل الذي قدمته مجلة "وايارد" فهو إقامة شبكة جديدة لتبادل المعلومات تشجع اتصالات واسعة النطاق بين المرضى والأطباء والباحثين وعمال الطوارئ والمهامين من كل لون - شبكات تضم ضحايا نفس المرض أو العلة.

كأن أكثر. الواضح أن نمو الزبد البيوني (البيرالكتروني) هو واقعة اجتماعية. هو لا يخلق فقط روابط ما بين البشر والآلات، وإنما يخلق أيضا ما شئت من روابط جديدة بين الناس. وهناك من الأسباب الوجهية ما يجعلنا نتوقع أن تستمر هذه العملية. ثمة بُعد هام آخر لهذا التحول التطوري، بُعد لم نفحصه بعد. فمع تحول البشر ليصبحوا ضروبا أخرى من الحيوانات، ضروبا حياتهم مزينة بطرق عدة، فإنهم سيشكلون أيضا أنماطا جديدة من الروابط مع الكائنات الحية الأخرى. إن ما يجري من تحول تطوري قد جاء عن فعل الانسان. لكن آثاره لا تقتصر على البشر. إنه يلمس كل الحياة على الأرض.

الفصل السادس

الرابطة البشرية الحيوانية

س : أي صمام وضعوه في قلبك؟

ج : يقولون إنه صمام مخنزير، لأنه جاء من قلب مخنزير. أبكى في كل مرة أُمُّرُ أمام طبق فيه شواء، فقد يكون ما به لحم واحد من أقاربى.

- السيناتور جيمسى هيلمز.

كل الحياة على الأرض في تفاعل - ليس هناك كائنات نَحْيَا منعزلة حقاً، من البداية إلى النهاية - وثراء الحياة لا يتجلى فقط في تنوع الكائنات، وإنما أيضاً في تنوع الطرق التي بها تتعاون أو تتنافس.

هناك على سبيل المثال الدراما القديمة للصائد والفريسة - الذئب والرنه، الأسد والتيتل - وفيها يعتمد المفترس في غذائه على فريسته، لينجز المهمة الدارونية القاسية: التخلص من الضعيف وتقييد حجم القطيع.

وهناك أيضاً تصاعلات ودية للدعم المتبادل. سمك اللوروس المنقطف، المواطن المحبوب بالشعب المرجانية في الباسيفيكي. ينشيء اللوروس ما يشبه محطة الخدمة، تصطف فيها الأسماك لتحظى برعايته. فإذا ما حل الدور على سمكة تدلّت في وضع ساكن وكأنما في نشوة وضحت فمها، ليقوم اللوروس بفحصها، ثم يلتقط الطفيليات من على قشورها وغياشيمها، بل وحتى من داخل فمها. ولقد تسبّح سمكة اللوروس إلى داخل فم سمكة كبيرة تنظف أسنانها دون أن توكّل!

كما سنجد أيضا المختال الفظيع مثل سمكة البليبي التي تفتح لنفسها محطة تشبه محطة اللروس للتنظيف. فإذا ما ارتدته سمكة كبيرة ودخلت إلى حالة النشوة قبل التنظيف، قضمت سمكة البليبي من جانبها قطعة وفرت هاربة بأقصى سرعة. وهناك النباتات المتحيلة، مثل أوركيدة أوفريس. لهذا النبات زهرة تشبه أنثى النحل في هيئتها وغمواتها، بل وتطلق رائحة تشبه رائحة النحلة، تفري بها ذكر النحل فيحاول التزاوج معها، وينحز بذلك عملية تلقيح الزهرة.

ثم هناك أيضا التعايش الحقيقي، كذلك التداير ما بين النمل الأبيض آكل الخشب، والبروتوزوا التي تعيش في أمعائه. ليس للنمل الأبيض القدرة الوراثية التي تمكنه من أن يحصل على غذائه من الأخشاب، لكن البروتوزوا تستطيع: فهي تفرز إنزيمات تحليل السليولوز. لا تستطيع البروتوزوا أن تحيا خارج النمل الأبيض، ولا يستطيع النمل أن يقوم بتخصصه المهني دون البروتوزوا.

ثمضي في نفس الوقت بكل نظام يبني كل صُور مثل هذه التفاعلات، في نماذج معقدة تتغير أبدا. والغالبية العظمى من هذه التفاعلات غريزية، نجمت عن التطور الوراثي، تلك العملية البطيئة الغامضة من التجربة والخطأ. تعتمد النباتات والحيوانات الدنيا على البرنامج التي تولد به، أما الحيوانات العليا فالأغلب أن تنسب إلى أنواع أخرى، جزئيا عن طريق الغريزة وجزئيا عن طريق ما تتعلمه بعد الولادة: يتعلم الذئب الصغير أن يأكل الأرنب وألا يقترب من الشيهيم (أبو شوك). لا يزال العلماء يتعلمون كيف التعلم، ولا يزالون يتجادلون طويلا حول: أين تكف الجينات وتبدأ الثقافة - لكن هذا القدر واضح: لقد طور الجنس البشري مدى غير مسبوق تماما من العلاقات مع الأنواع الأخرى، ومعظم هذه ابتكارات. ولا زالت الابتكارات تتواتر، بل الحق أنها تظهر بأسرع من أي وقت مضى، تتغير العلاقة بين البشر والحيوانات الأخرى بطرق جذرية. هذا ملمح محوري للتطور الآن.

نحن و هم

في الماضي، أثناء تطوره ، كان الانسان يرثىل باستمرار علاقات جديدة مع الكائنات الحية الأخرى ، ومع هذه العلاقات كان مسار التطور يتحول بالنسبة للأنواع الأخرى أيضا. أصبحت الكلاب، التي تلمها النار، رفقا للإنسان، فقام هذا بالانتخاب فيها ليتبع هذه السلسلة المائلة من الكائنات: من الشبهواها إلى الداني ، من اللرواسي الشرس إلى الكلب الراعي الأنيس العصي بعض الشيء الذي يجلس الآن تحت مكتبي يهرش. تحولت الأغنام والماعز، وكانت يوما صيد الانسان، فقدت مستأنسة، يرعاها ويربها، ويعد لها في آخر الأمر عن مواطنها الطبيعية إلى مراعى أكثر خضرة. تغيرت النظم الإيكولوجية حيثما ذهبت القطعان، وأصبحت المفترسات أعداء شعوب الرعي - الأمر الذي كان يعني أيضا أن مصيرها التطوري قد تأثر هو الآخر. كذا يعضي الأمر. درجات من التغير تتداح إلى الخارج مع كل تحول بشري، تُغيّر العالم وكل ما فيه.

اعتمدت شعوب الصيد والرعي على الحيوانات فيما هو أكثر من مجرد توفير الغذاء. جلودها غدت ملابس ومأوى، عظامها أصبحت أدوات، ودهنها تحول إلى وقود ودواء. ظلت العلاقات دائما نفسية عميقة، بجانب كونها منفعية: في طقوسهم وأساطيرهم، مع طواطمهم ورموزهم المقدسة، لجأت الشعوب البدائية إلى قوة الحيوانات، التمسست منها الحماية، بل وجعلتها آلهة. لا زالت الطوطمة معنا، تجدها في ثمرور ديقرويت، سناجب منيسوتا، في أسماك القرش لسان جوزيه، في الدية المزلية والعقاب إذ تتقافز على الخطوط الجانبية في مباريات كرة القدم. تبهتر الحيوانات، ترمح، تطير وتترلق إلى ألقاب العائلات، إلى معاطف الجنود، إلى الشارات العسكرية، إلى العلامات التحارية.

لكن، على الرغم من هذا التعلق الحميم بكل أشكال الكائنات غير البشرية، وعلى الرغم من الاعتماد عليها - أو ربما بسبب ذلك - ظل الإنسان يضمخ مخاوف دفينة من أن تصبح علاقته بالحيوان علاقة وثيقة - أن ينزلق هو نفسه إلى الحيوانية. تظهر صور الحيوانات بكثرة في التابوهات وفي الطواطم. وفي الفولكلور المسيحي يظهر الشرير كثيرا في صورة نصف حيوان - له ذيل وقرون وأظلاف مشقوقة. كانوا في أوروبا القرون الوسطى يعدمون الناس إذا ثبت عليهم خطيئة نكاح الحيوان، وكثيرا ما كانوا يعدمون أيضا الحيوان المسكين الذي اشترك في الجريمة.

كان الخوف من ضياع الحدود ما بين الحيوان والإنسان - لا مجرد التشكك العادي أو التقوى - هو المصدر الرئيسي للمعارضة الفظيعة التي قوبلت بها نظرية التطور لداروين. فعلى الرغم من أن كتاب "أصل الأنواع" لم يذكر شيئا صريحا عن القرابة بين القردة العليا والإنسان، فقد كان الانطباع العام هو أن الكتاب يؤكد مثل هذه القرابة - هو يربط البشر بكل الكائنات الحية - "تلك القرابة، التي لم تكن على البال، بيننا وبين عيش الغراب" كما وصفها الأسقف صمويل ويليرفورد المعارض البارز للدارونية. (كان هذا هو الأسقف الذي سألت ه. هكسلي، زميل داروين، في نقاش بينهما عما إذا كانت قرابته بالقردة قد جاءت عن جدته أم عن جده، فرد عليه بأنه يفضل أن يكون سليل قرد لا سليل الأسقف ويليرفورد). وهذا الخلاف - الذي لا يزال مشتتلا - هو في أصله حرب حدود، معركة للحفاظ على حدود واضحة بين حياة الإنسان وحياة الحيوان. لكن، على الرغم من أن الحدود الفاصلة قد تكون واضحة في أذهان دارسي الإنجيل، فإنها بقيت أبداً غير واضحة على مستوى حياتنا البيولوجية اليومية - وتظل أقل وضوحاً طول الوقت. من بين أكبر سخریات عصر المعلومات أننا نصبح، حتى مع هذه القفزة التطورية الهائلة

التي قام بها البشر والتي تخيلنا بعينا بعينا عن أي حيوان آخر، حتى مع هذه نبقى أكثر تشابهاً مع بقية أحياء الأرض.

مزرعة الحيوانات

على الرغم من أن بعض استخدمات الأنسجة المُعاملة داخل جسم الإنسان - مثل صمام قلب السيناتور هيلمز - قد غدت أمراً روتينياً، إلا أن ازدراع أعضاء كاملة من حيوان إلى إنسان قد باءت حتى الآن بالفشل. لقد حاول الكثيرون، وأعلنوا عن ذلك أحياناً بالبنط الكبير. من بين الحالات المعروفة حالة الطفلة التي عرفها الناس باسم "الطفلة في". ولدت الطفلة معطبة قاتل في القلب، فنقل إليها قلب بايون. ماتت الطفلة بعد ٢١ يوماً من إجراء العملية، ووجه نقد حاد إلى الجراح الذي قام بالعملية. جاء النقد عن المدافعين عن حقوق الحيوان، مثلما جاء عن الكثيرين من زملاء المهنة الذين شعروا بأن تصرفه كان غير مستول - أنه، كما يرى البعض، كان متلهفاً على إجراء التجربة فقصر في البحث عن قلب بشري.

لكن الأعضاء البشرية المتاحة للنقل لا تزال أقل بكثير من الطلب عليها؛ يموت بالولايات المتحدة الآلاف وهم ينتظرون أن تنجح لهم الأعضاء المناسبة. يتطلع الباحثون الطبيون إلى إمكانية زرع الأعضاء الحيوانية في البشر على مستوى واسع. كتبت مجلة "يو ساينس" تقول: "يتسابق البيولوجيون الآن لتطوير مصدر جديد محتمل للأعضاء: حيوانات المزرعة. يتصور الباحثون مزارع أعضاء تربي فيها الخنازير والأغنام، وربما أيضاً غيرها من الحيوانات، ليس فقط من أجل لحومها وإنما أيضاً من أجل أعضائها الرئيسية".

والمشكلة التقنية هنا - بجانب ما نعرفه من مشاكل أخلاقية وقانونية واقتصادية - هي اكتشاف وسيلة تمنحني بها جهاز الناعة البشري، الذي يقف يقظاً متأهبا ضد أي نسيج غريب. يمكننا بكفاءة عالية أن نحيد خطأ

من خطوط الدفاع - خلايا ت - عند زرع عضو بشري، وذلك بمقاوم كابتة للمناعة، مثل الميكولوجيون. فإذا حاولنا أن نزرع عضواً من نوع آخر، كانت النتيجة المألوفة هي الفشل، الرفض الحاد، بسبب سلاح آخر يسمى الجهاز المتمم - وهذا أسطول من بروتينات تتحرك دون كلل في مجرى الدم، وتتعمق حول ما تكتشف أنه غريب، ليكون مصيره التدمير.

والبروتينات المتممة لا تتميز الأنسجة البشرية، لأن لها دفاعات خاصة - تسمى البروتينات الوقائية - مهمتها المحددة هي تحييد مثل هذا المحوم. يتج كل البشر هذه البروتينات طبيعياً، لكن الحيوانات الأخرى لا تتجها؛ وهذا هو السبب الرئيسي في أن يرفض جسم الطفلة "في" قلب البابون.

والحل المنطقي لهذه المشكلة هو إنتاج حيوانات محورة وراثياً تحمل بروتينات الوقاية البشرية. ثمة عدد من الفرق المختلفة يعمل الآن في هذا الخط من البحوث، وبحاج كبير. هناك فريق بائحلزرا قام بتربية بضعة أجيال من خنازير عمر - جنية. وربما تكون التحارب الإكلينيكية على التطوعين من البشر قد بدأت عندما يصدر هذا الكتاب، فالكثيرون ممن يعرفون أنهم سيموتون عاجلاً إذا لم تزرع بهم الأعضاء التي يحتاجونها، سيوافقون على الاشتراك في أي تجربة قد تنقذ حياتهم، وهم على الأقل سيسهمون ببعض المعلومات التي قد تنقذ حياة آخرين.

فإذا ما ثبت نجاح هذا المنهج - وسينجح على الأغلب عاجلاً أو آجلاً - فسيوفر لدينا حل فعال للعجز في الأعضاء الجاهزة للنقل، وسيُفتح أيضاً فصل جديد في تاريخ رعاية الحيوان - بل وفي تاريخ الحياة على الأرض - فلم يكن هناك يوماً حيوان قادر على أن يتبادل أعضاءً منه كاملة مع حيوان من أي نوع آخر. يري جون آتكسون، أحد قادة هذا المجال البحثي، يرى في المختبر مرشحاً طيباً جداً. يقول: "الخنازير مثالية بشكل ما، فأعضاؤها تلائم البشر حجماً، وتشريح الأعضاء يشبه كثيراً تشريح أعضاء الإنسان.

ولقد تكون المختازير الصغيرة صالحة تماماً للأطفال للمصابين بالتلف الكيسي المحتاجين مثلاً إلى رئة". أضاف أن المختازير لا تحمل إلا القليل من الأمراض التي يمكن أن تنتقل إلى الإنسان. فإذا أصبحت هذه ممارسة شائعة، فمن المحتمل أن تمر المختازير بعد ذبحها وقيل تسويقها "لتحصدها" منها الأعضاء القابلة للاستعمال البشري، تماماً كما يحدث مع أجساد الواليعين من البشر بعد موتهم مباشرة. ولقد تربى المختازير وغيرها من الحيوانات لهذا الغرض خصيصاً، ليصبح اللحم هو المنتج الثانوي - فالأعضاء الخفية لا شك أعلى قيمة بكثير من لحم المختزير.

التجريب والاختبار على الحيوان

اناقش أحياناً مع أصدقائي احتمالات أن يجري في المستقبل القريب حصد أعضاء الحيوانات للاستعمال الآدمي. لاحظت أن الاشتزاز من فكرة استخدام أو استغلال أحياء أخرى هو رد الفعل الذي يتكرر كثيراً حتى من أناس يلبسون أحذية جلدية ولا يمانعون في التهام شريحة لحم على مائدة عشاء ما بين الفينة والفينة. نقل الأعضاء من البشر إلى البشر، على الرغم من كل تعقيداته الأخلاقية، يبدو أسهل قبولاً.

فوق كل عملية نقل أعضاء للبشر - أيما كانت إجراءاتها الجراحية - تُحوّمْ أشباح كائنات لا حصر لها، صغيرة وكبيرة، ضحية بأجسادها من أجل أن نعرف شيئاً. تبني كل معجزة من المعجزات الطبية على قواعد من الأحياء. أنت لا تُعلّم ضد مرض، أو تعالج أسنانك، أو تتعاطى دواء وصفه لك الطبيب، أو حتى تنظف أسنانك بالفرشاة، دون أن تعتمد على المخزون الهائل من المعلومات الناتجة عن التجريب والاختبار على الحيوان.

ليس لدينا إحصاء مضبوط تماماً عن عدد الحيوانات التي استُعملت في الماضي أو التي تستعمل الآن؛ لكن العدد يحسب بالملايين. هناك تقرير أصدره مكتب تقييم التكنولوجيا يقدر عدد الحيوانات التي تستعمل سنوياً بالولايات

المتحدة بنمو ١٧-٢٢ مليوناً، بينما يقدره بعض ممثلي حركة حقوق الحيوان بما يقرب من مائة مليون. تنتج معامل تربية تشارلس ريفر (المشهورة أيضاً باسم "شركة جنرال موتورز لتربية الحيوان") نحو ١٤ مليوناً من الحيوانات كل عام للمعامل. وتستخدم الحيوانات للأغراض التالية :

* إنتاج المستحضرات البيولوجية : تُخدم الحيوانات من الأنواع المختلفة كمصانع حية لإنتاج البيوكيماويات المطلوبة للبحث أو العلاج. قمت يوماً بزيارة لمعمل تجاري ضخيم باليابان - شركة هاياشييارا - يستعمل حيوان الهامستر في إنتاج الخلايا البشرية على نطاق واسع لتصنيع الإنزيمون.

* التشخيص: استعملت الحيوانات الحية كأدوات تشخيص في مجال واسع من أمراض الإنسان، مثل السل والدفتريا والإجهاض المعدي والجمرة الخبيثة. كانت الأرانب وحتى عهد قريب تُستغل في تشخيص الحمل علمياً - نعي قبل أن يظهر الحمل صريحاً - إذ تؤخذ عينة من بول المرأة ثم تُحقن في أرنبة، فإذا كانت المرأة حاملاً حدثت تغيرات في الأعضاء التناسلية للأرنبة يمكن ملاحظتها بالتشريح.

* التعليم: مرت أجيال وأجيال من طلبة المدارس الثانوية بطقوس تشريح الضفدعة في الدروس العملية. وهناك تقرير حديث يقول إن ما يقرب من ثلاثة ملايين حيوان تستخدم لهذا الغرض سنوياً - الضفادع لطلبة الثانوية، والكلاب لدروس الجراحة العملية لطلبة كليات الطب والطب البيطري.

* اختبارات السمية: من بين أكثر استخدامات الحيوانات مدعاة للمحذر اختبارات الأمان وتحديد الجرعات بالنسبة للعقاقير ومستحضرات التجميل ومبيدات الآفات والإضافات الغذائية والكيماويات الصناعية والمنتجات المنزلية. هناك طريقة معيارية، تسمى اختبار دريز، تنقُط فيها المحاليل المركزة من المنتج في عيني حيوان لفترة قد تصل إلى بضعة أيام. كان الأرنب هو الحيوان المفضل لهذا الاختبار، الذي يتضاءل استعماله تدريجياً، وإن كان لا

يزال موضع تشجيع من قِبَل مصلحة الغذاء والنواء الأمريكية وغيرها من الوكالات النظرة في العديدة من الدول الأخرى.

* البحوث: تُستعمل روتينياً، وفي مجال واسع من البحوث الأساسية والتطبيقية، حيواناتٌ من كل نوع وحجم، من ذبابة الفاكهة إلى الشمبانزي، وتضم القائمة بالطبع الكثير من الفئران والقطط والكلاب.

لأسباب متعددة تنشر صورة التحريب على الحيوان كلية - لكن الحيوانات الحية لا تزال هي الأداة المفضلة في العديد من الإجراءات العلمية والتكنولوجية التي تجعل حياتنا أكثر احتمالاً. ونحن نجعل حياتنا أكثر احتمالاً أيضاً بالأ تفكر أو نعرف أكثر عن التفاصيل.

من سنين عديدة كنت أجلس ذات يوم في اجتماع مع الصحفيين الشبان أسمعهم على الإسهام في الخدمة الإخبارية التي أكتب لها كثيراً، عندما عُرِضَت قضيتان على بساط البحث: الإيلنز وحقوق الحيوان. كان من بين الموجودين بعض النشطاء من الشواذ جنسياً، وتطور الحديث إلى كتاب كان قد ظهر مؤخراً من تأليف راندي شيلنس (كتاب: وَمَضَّتْ المِجْوَقَة تعزف) فشجّبوا المؤسسة الطبية لمحرّرها عن التحرك كما يجب في مواجهة وباء الإيلنز. وافق الجميع على خطأ الحكومة والعلماء، وعلى ضرورة أن يُبذل الكثير لمقاومة الإيلنز. ثم تحول الحديث بعد ذلك إلى حركة حقوق الحيوان، ليعبر الجميع عن تعاضلهم الكامل لها أيضاً. لم أدرك إلا بعد انتهاء الجلسة أن هذا الفيض من الموافقات كان من المفروض أن يتحرك إلى جدل، لأن بحوث الإيلنز تستهلك أعداداً مذهلة من الحيوانات - من بينها رئيسات عليا ذكية، أقرب أقرابنا - وتساوُ عجلة البحوث إنما يعني أن الحيوانات ستدفع ثمننا غالياً.

عن الفئران والرجال - والفئران التي صنعها الإنسان

في عام ١٩٨٠ لم تكن كلمة "عمر - جيني" قد صُنِّت بعد، على الرغم من بكتريا إ. كولاي الحاملة للجينات البشرية كانت تعمل بالفعل جاهدة في إنتاج الإنسولين البشري. ثم بدأ العلماء بعد بضع سنين يخلقون فئران معمل تحمل جينات أمراض بشرية. وبسرعة أصبحت كلمة عمر - جيني كلمة شائعة في المعجم العلمي. أصدر مكتب تسجيل البراءات الأمريكي أول براءة لحيوان عمر - جيني عام ١٩٨٨ لجامعة هارفارد، وكانت عن فأر يحمل جينات تجعله قابلاً للإصابة بالسرطان (فأر السرطان). تزايدت بعد ذلك طلبات تسجيل البراءات، وتعاظم عدد البحوث في هذا المجال، ففي عام ١٩٩٠ وحده نشر ما يزيد على ٦٠٠ بحث في وصف ما حل بالفئران التي خلِّقها الإنسان من أعراض لأمراض بشرية - من التهاب المفاصل إلى السكر إلى السمنة. كان الإجراء - الذي يتحرك بسرعة نحو الاتقان - هو أن تؤخذ بويضة مخصبة من فأرة، ثم تولج فيها المادة الوراثية البشرية، ثم يعاد زرعها في رحم فأرة تحمل بها.

بهذه الطريقة تمكن الباحثون من تخليق فئران تحمل الجين الخاص بمرض بيتا - أميلويد، المكون الأساسي للطبقات التي تظهر بمخاخ المصابين بمرض ألزهايمر. وحقوق براءة هذا الفأر بالذات تحملها شركة أثينا للعلوم العصبية، وهي مؤسسة بسان فرانسيسكو، مشاركة مع "إيلي ليلسي" شركة العقاقير العالمية العملاقة. طبعاً أن ليس ثمة يقين بأن وجود فأر يحمل مخه لطبقات تشبه للطبقات بمخاخ مرضي ألزهايمر، سيقود إلى علاج لهذا المرض في البشر. والحق أن ليس ثمة يقين بأن اللطخات هي سبب هذا المرض، فقد تكون نتيجة له. لكن الفأر يتيح فرصة لاختبار الفروض، وقد يتطور عنه علاج - واحتمالات هذا عالية. يقول المحللون إن علاجاً فعالاً لمرض ألزهايمر يوفر ما قيمته بليون دولار سنوياً.

حقوق الحيوان والاعتداءات عليها

لنظمات حقوق الحيوان المعاصرة جذور تاريخية في انجلترا القرن التاسع عشر، عندما ظهرت حركة المعارضين لتشريح الأحياء كقوة اجتماعية كبرى ذات علاقات قوية بحركة المعارضين للتعليم. كانت هذه القضايا جزءاً من الهياج العظيم، السياسي والسيكولوجي، لمجتمع يصارع - بين ما يصارع - اعتداء الداروينية على النظرة الإنجيلية للعالم وقدم الطب الحديث. كانت أقدم هذه المنظمات هي "الجمعية الملكية لحماية الحيوان من الوحشية" التي تأسست عام ١٨٣٦ (كان داروين عضواً بها)، كما تأسست الجمعية الأمريكية النظرة (غير الملكية) عام ١٨٦٦. ومع الوقت تزايد عدد مثل هذه الجمعيات. واليوم، ونحن في عصر الانفجار السكاني التنظيمي - الناتج الثانوي غير المتوقع لعصر المعلومات الذي كانت له آثار سياسية مزعجة - تزايد جماعات حقوق الحيوان. تضم القائمة جمعيات: شبكة حقوق الحيوان، العصبة الدولية لحماية الرئيسات، الاتحاد البريطاني لمنع تشريح الكائنات الحية، جماعة المعاملة الأخلاقية للحيوانات، جمعية عبر الأنواع اللاحمودة، صندوق الدفاع القانوني عن الحيوان. وهناك جماعات دولية كثيرة تصدر مطبوعات وتقوم بحملات بريلية لجمع التمويل، ولها دهليز (لوبي) في واشنطن، وهناك مجاميع صغيرة من المحاربين في العديد من المجتمعات وفي حرم الجامعات - البعض منها لا يطبق المجاميع الكبيرة، وتراوح مناهجهم ما بين الرامح التعليمية العامة المسكنة وبين الغارات على المعامل.

دفع رجال حقوق الحيوان أعداداً كبيرة من العلماء وموظفي الجامعات إلى حافة الجنون، وتسيبوا في تغر، بل وكثير من التفرح حقاً. كتب بعضهم عن هذا الموضوع يقول:

مؤخرًا، قدمت شركتا ريفلون وآفون - وهما من الكيماويات في صناعة مواد التجميل - منحة سخية للغاية إلى علماء جامعة روكفيلر، بهدف إعلان هو تحريك البحث عن بدائل لاختبار دريز، وقد كان ذلك أساساً بفضل ضغوط المدافعين عن حقوق الحيوان. في نفس ذلك الوقت تقريباً قدم "اتحاد مصنعي مواد التجميل وأدوات الزينة والروائح العطرية" منحةً إلى "مركز جونز هوبكنز لبدائل اختبارات الحيوان"؛ كما مولت شركة بريستول مايرز بحوث البدائل من "صندوق الجماعة البريطانية لاستبدال الحيوان في التجريب الطبي"؛ كما يادر الصندوق الأمريكي لبدائل البحث الحيواني (بدعم من جماعات أخرى وأفراد يسعون إلى دعم الحيوان) بمشروع مماثل في كلية الطب بينسلفانيا؛ وقامت نفس الشيء جمعية نيو إنجلاند المعارضة لتشريح الأحياء، وذلك في كلية الطب بجامعة تفتس.

أصبحت المعامل في كل مكان - بفضل الاستجابة لضغط الجمهور الذي أذكاه نشاط حقوق الحيوان - أصبحت أكثر تدقيقاً بشأن معاملة الحيوان - وأيضاً بشأن معاملة نشاط حقوق الحيوان، فقد غدت المعامل تستشيرهم كثيراً؛ بذلك وقع رجال حقوق الحيوان في ورطة أخلاقية. كانوا يعارضون أي استخدام للحيوان في التجارب، ثم وجدوا أنفسهم يعضدونه ضمناً عندما تدخلوا في الموضوع؛ بل إن غيرهم - مثل البيطري ميكائيل فوكس عضو الجمعية الإنسانية الأمريكية - يعتقدون أن مثل هذا الاستخدام ضروري.

من الضروري حظر الكثير من مجالات استقلال حيوان المعمل وتعليه - مثل اختبار الأسلحة العسكرية ودراسات الحروق الشاملة - لكن، طالما أن الإجماع العام يقبل استعمال الحيوانات للأغراض البيوطبية الأساسية، فإننا ندعم للحيوانات، باسم الشفقة والعلم الجيد، بضمان أن تعامل معاملة إنسانية (أن تستعمل مسكنات الألم والمهلثات عند الضرورة) وأن تربي في ظروف تضمن لها الراحة الجسدية والنفسية.

خدمتُ مستين كعضو خارجي في لجنة فحص معامل لورنس بيركلي، حيث قمت، مع فريق من البيطريين ومديري المعامل، بفحص مجهود للبروتوكولات التي يلزم أن يتقدم بها الباحثون: عدد الحيوانات التي ستستخدم ونوعها، الطبيعة الدقيقة للتجربة، النتائج المتوقعة وتبريرها، طريقة التخدير. كانت المواصفات التي وُضعت للاستخدام الروتيني للفئران وغيرها من الكائنات أبعد من أن تُسعد أيًا من عشاق الحيوان، لكنها كانت تعني بعض التقدم الحقيقي، مقارنة بأيام كان فيها الجراحون يمارسون عملهم على الحيوانات دون تخديرها.

هذا وجه من أوجه استحابة العلم لحركة حقوق الحيوان. ثمة وجه آخر هو المقاومة. وهذا خيار يجده جذاباً بعضُ الناس والجماعات في العالم العلمي. وهناك الآن بالفعل حركة مضادة قوية. يمكنك أن تقرأ حججها في كتب تثير الجدل مثل كتاب "الإنسان والفأر: الحيوانات في البحث الطبي" لوليام باتون، استاذ علم العقاقير بجامعة أكسفورد، الذي يطلق على النشاط اسم "أوباش الحيوانات" ويعتبر دعاوهم مشوشة. بل ستجد في واقع الأمر منظمات هدفها الوحيد هو الرد على نشاط حقوق الحيوان. مِنْ بين القواعد الأساسية للحياة في عصر المعلومات أنك إذا وجدت مِنْ حولك حشداً كبيراً من المنظمات، فإن أفضل ما تفعله هو أن تشكّل أنت الآخر منظمته. أتلقي بالبريد بانتظام رسالةً إخبارية تصدرها منظمة كهذه - جمعية كاليفورنيا للبحث البيوطبي - اتلاف من العلماء، وإداريي الجامعات، والشركات الخاصة المشتغلة في البحث للمعلمي، وجماعات كرسَتْ نفسها للقضاء على أمراض معينة. تملئ صفحات هذه الرسالة بتنفيذ الدعاوى اللاعقلانية التي تصدر عن نشاط حقوق الحيوان، كما تنقل أخبار المجهوم على المعامل، وأخبار ما تم من تقدم - باستخدام الحيوانات - ضد أمراض كالإيدز أو التليف الكيسي. تعتبر حركة حقوق الحيوان - والحركة المضادة لها - من نواحي عديدة، النموذج لسياسة عصر

المعلومات: فلدينا تكاثر المنظمات، لدينا تآكل السرية (لم يعد المحربون يفترضون أن ما سيقومون به سيقفل محجوباً عن نظر الجماهير)، لدينا تنوع مذهل في وجهات النظر. هناك في ناحية الأخلاقيون والنشطون الذين يعتقدون - كما قال بيرت سنجر، أحد قادة الحركة - أن "الحيوانات غير البشرية مجموعة مضطهدة" نعاملها "كما لو كانت أشياء نستخدمها كما نحب، لا ككائنات لها حيوات خاصة نحبها". والخل عند هؤلاء هو تحول ثوري في الوعي، والتخلي الكامل عن أية أنشطة تتضمن تعذيب الحيوان أو إزعاجه. وهناك في ناحية أخرى الكثير من العلماء، والمنظرين السياسيين، وضحايا الأمراض (وأقارب الضحايا)، وغير هؤلاء ممن يعتقدون أن قضية الحيوان قضية في أساسها فاسدة، وأن قاداتها ليسوا سوى عصابة من المشايين. وفي مكان ما بين هؤلاء وهؤلاء سنجد المصلحين الذين يعملون من أجل هدف كإيجاد بدائل لاستخدام الحيوان في البحوث، أو كالتربية الأخلاقية الأفضل للعلماء، أو كلجان فحص أكثر للتحريب على الحيوان.

وهذه في الحق ظاهرة من ظواهر عصر المعلومات، التقاء - يكاد يكون هنا اصطدام - مهارات علمية وتكنولوجية تتقدم، تستخدم الحيوانات (وتخلق استخدامات جديدة لها) مع قدر يتنامى من معلومات، تكون أحياناً مفعمة بالحيوية، حول الألم والمعاناة التي يتضمنها مثل هذا الاستخدام. وهي أيضاً جزء من التحول التطوري الحاضر للنوع "هومو سابينس". لم يطور أي نوع آخر مثل هذه المجالات من استخدام الكائنات الحية الأخرى، ولم يطور أي نوع آخر قابلية - غدت نظامية - للشعور بالذنب بسببها. وأنا أتوقع أنه طالما بقيت الاستخدامات والممارسات جزءاً من الحياة البشرية، فسيبقى معها أيضاً الشعور بالإنتم.

دروب عبر الحاضر

هل يفترض التقدم اليوم معلوماتي استغلالاً لحياة الحيوان يتزايد أبداً، ومعه ما يصاحبه من خلافات لا تنتهي سياسية وأخلاقية ودينية - حول الآلام والمعاناة التي نلطم بها، بالمعيتنا، الكائنات الحية الأخرى؟ أم تراه يفتح باب أمل التحرر من مثل هذه الاستعمالات، ويشير إلى مستقبل يلج فيه البشر مكتبة كاملة هائلة من المهارات البيوكيماوية المشفرة بمجنومات الحيوان دون أن نؤذي الحيوانات نفسها؟

لقد عاجلنا حتى الآن بعض هذا الاستغلال، وستفحص البعض غيره في فصول قادمة. من ناحية أخرى دعنا نعالج بعض المتوجعات المبكرة للبيوتكنولوجيا التي تأخذنا بعيدا عن استغلال الحيوان.

كان أول مُنتج للهندسة الوراثية طُرح في السوق هو الهيمولين - الإنسولين البشري. وتاريخ العلاج الناجح لمرض السكر - أو حتى معرفة سببه - تاريخ أقصر بكثير مما قد تظن. كنا في أواخر القرن الماضي - عام ١٨٨٩ على وجه التحديد - عندما أوضح اثنان من العلماء الألمان بناء على تجاربهم على الكلاب أن إزالة البنكرياس تسبب كل أعراض مرض السكر. ثم جاء عالم أمريكي مباشرة بعد تحول القرن ليثبت وجود رابطة بين مرض السكر وبين خلايا معينة بالبنكرياس تسمى جزر لانجرهانز، واقترح عالم بريطاني أن هذه الخلايا تفرز مادة - لم يُعرف لها اسم آنذاك - تتحكم في أيض السكر وغيره من الكربوهيدرات في الجسم. وفي عام ١٩٢١ تمكن عالم كندي من عزل هذه المادة في تجارب أخرى على الكلاب - وأطلق عليها اسم إنسولين. كانت هذه بداية العلاج بالإنسولين المأخوذ من بنكرياس الماشية والخنازير المذبوحة. حدث بعد هذا شيان يبدو لنا أنهما متناقضان: أولهما أن العلاج بالإنسولين أصبح ممارسة طبية شائعة، مكنت أعداداً لا تحصى من مرضى السكر من أن يحيا حياة طبيعية نسبياً. أما

الثاني فهو زيادة عدد المرضى بالسكر، وازدياد عدد من يموتون به. رأى بعض معارضي تشريع الأحياء في هذا دليلاً على فشل العلاج بالإنسولين. على أن هناك شواهد مقنعة بأن السبب الرئيسي في زيادة من يموتون بالسكر هو كثرة عدد من يموتون أطول بسبب تقدم الطب، ومن ثم كثرة عدد من يبقى حياً حتى سني العمر التي يهددها داء السكر المتأخر. (من بين الاحتمالات الساخرة لتقدم الطب، التي نبه إليها الكثيرون، أنه بعد في عمرك إلى أن تموت بسبب آخر). وهناك احتمال آخر، هو أن العلاج بالإنسولين يمكن مرضى السكر من صفار السن من أن يموتوا فترة أطول وبهذا يتجنبون أطفالاً أكثر، ويزيدون عدد مرضى السكر المحتملين في المستودع الجيني البشري، وهذا هو ما يسمى أحياناً باسم اليوغينيا المعكوسة، أو الديسمجينا.

على أية حال، لقد ازداد الطلب على الإنسولين الحيواني بثبات عبر العقود الماضية، لكننا غدونا الآن وبين أيدينا بديل، الهيمولين، الذي لا يأتي عن حيوانات مذبوحة. صحيح أن تصنيعه يتطلب استخدام كائنات حية - البكتريا - لكن معظم نشاط حقن الحيوان لا يعرضون على هذه الصورة من صور الاستغلال. لقد قطعت البيوتكنولوجيا سلسلة من سلاسل اعتماد البشر على الحيوان. ولقد حدث هذا أيضاً مع إنتاج كاي - ماكس، الرينين الاصطناعي الذي يستخدم في صناعة الجبن، بديلاً عن المادة التي تؤخذ من معدة العجول.

هناك سببان لتناقص استعمال الحيوانات الآن للأغراض الخاصة بالطب. أولهما أن نشاط جماعات حقوق الحيوان قد أثر على الرأي العام، حتى تقلع بعض المدارس عن استعمال المضفاد في دروس التشريح، بل وتعلن بعض الشركات أنها لم تعد تضحى بالحيوانات في اختبار متوجاتها. أما الثاني فهو أن الكثير من استخدامات الحيوانات غدت وقد عفا عليها الزمن. لم يعد من الضروري أن تستخدم الأرانب في اختبارات الحمل، كما

توفرت لدينا الآن عُدَد - تركز على الأجسام المضادة النقية - تشخص العديد من الأمراض بصورة أسرع كثيرا وأعلى دقة من الطرق القديمة التي تتطلب الحيوانات.

توفر زراعة الخلايا والأنسجة بديلاً فعالاً لاختبارات السمية. صحيح أن عينة الخلايا البشرية لا تزودنا دائماً بما يكفي من معلومات عما قد تكون عليه استجابة عضو كامل أو شخص حي لمادة معينة، لكنها تغلب على مشكلة اختلاف الأنواع - نعي احتمال أن يكون للحيوان المُعْتَبَر مقاومة أكثر أو أقل من الإنسان.

وهناك بديل آخر محتمل - أكثر إثارة في وعوده، وأقل تقنماً في واقعه - هو النمذجة بالكمبيوتر: برامج حياة - اصطناعية تحاكي في دقة بالغة تعقيد الكائنات الحية (أو "الحياة للبتلة" كما يسميها المتحمسون للنمذجة) حتى يمكن استعمالها في اختبار المحتمل من المواد العلاجية واستراتيجيات العلاج.

و"البديل" هي الكلمة الطنانة في حوار حقوق الحيوان، وهناك تقلُّم حقيقي في هذا الاتجاه. لكن ليس لمة نهاية تبلو في الأفق بالنسبة لاستخدام الحيوان في البحث الطبي، بل الحقيقة أن بعض البدائل تطوّر باستخدام الحيوان. وكما لاحظ الميريوسي ملور، البيولوجي الريطاني العفليم: "علينا أن نشبث بتناقض فحواه أن لا شيء غير البحوث على الحيوان سيوفر لنا المعارف التي ستمكّننا يوماً من الاستغناء عنها كلية"

الفصل السابع

حكمة الجسد :

الحياة الخاصة والقضايا العامة

سيكون علينا أن نعيد تحديد ما نعبه بالأمومة والأبوة والحمل. ستصبح بعض النساء أمهات بيولوجيات دون أن يحملن، بل يستأجرن أمًا تلد لهن. ستختار أخريات أن يحملن متأخرا، بعد أن يتوقفن مثلا عن العمل أو حتى بعد سن اليأس، إما بأن يحملن بأجتهن الجاهزة من سنين سابقة، أو بشراء بويضات من نساء أخريات. ستحمل بعض النسوة دون أن يقابلن الأب، سيصبح الرجال آباء بيولوجيين دون أن يقابلوا الأم. ستولد أطفال دون أن تحمل بهم امرأة! وثمة عدد آخر من التباديل أيضا.

يقينا، سيحدد الكثيرون منا أن هذه الأفكار بغيضة جدا، وغريبة جدا عن الطريقة الأساسية المميزة لحياة البشر. أي حق للعلم والطب في أن يتفلا على أكثر عمليات حياتنا طبيعية، فيحيلاها لتصبح مصطنعة فظيعة؟ سنواجه بمثل هذه القضايا الأخلاقية، المرة بعد المرة في مستقبل الرعاية الصحية، وليس فقط في مجال التكاثر.

— الدكتور جيفري أ. فيشر.

نقرأ في الجرائد عن الثورة العلمية والثورة التكنولوجية، وسرعان ما نغدها معنا داخل منازلنا تغير من الطرق التي نرعى بها أجسامنا والطرق التي نغيا بها حياتنا الخاصة. في كل مكان يستوعب الناس المعلومات الجديدة عن التغذية وعن الحفاظ على الصحة، ويتعلمون عن نقل الأعضاء، ويتعرفون على الفرز الوراثي وعلى التلقيح الاصطناعي، ويقررون ما يرون في موضوع الاجهاض

والقتل الرحيم، ويتخذون قرارات في خيارات كثيراً ما تكون بالفعل مسألة حياة أو موت. أصبح لدينا عدد يتزايد من مثل هذه الخيارات، ولا يبدو أن أماننا الفرصة لنقرر إن كنا نريد خيارات أكثر.

والخيارات تزيد القدرة الشخصية، ويسهل أن نفترض أنها تزيد أيضاً من الاستقلال الشخصي - لكن، ليس هذا هو ما يحدث بالضبط. تنشأ كما رأينا أنواع جديدة تماماً من الاتكال المتبادل. يُسحب جنس البشر إلى شبكات جديدة من العلاقات مع كل الحيوانات غير البشرية. يُجذب كل فرد منا إلى شبكات جديدة من العلاقات من البشر. الزيد وقائع اجتماعية. النظم البيولوجية، التي نسميها أجسادنا، تربط نفسها بنظم أخرى ونظم فرعية: شبكات معلومات، أسواق، منظمات، حكومات. وكل زيد لجسم الإنسان يكلف مالا - كثيراً، على الأغلب - ويبدو أن لكل خيار بيولوجي نتخذه تضمينات سياسية أو أخلاقية. يتحول التطور ليصبح مولداً كبيراً للخلاف.

يقع قدر كبير من حياتنا الخاصة في شرك المياسة العامة. تتأثر خيارات "الموت أو الحياة" هذه بأحكام القضاء حول الاجهاض، وبالمشاح من مواد تنظيم النسل والثقافة الجنسية، وبالتأمين الصحي، بنظام ممارسة الطب، بالقوانين التي تحكم إن كان من حق الفرد أن يقرر وقت وفاته. تنظم الحكومات بنوك الحيامن وعيادات الاجهاض، تمنح (أو تمنع) الموافقة على الجهد من العقاقير والتكنولوجيا الطبية - في سرعة بالغة في بعض الأحيان، وفي ببطء في البعض الآخر. وحتى إذا ابتعدنا عن الآلية القانونية والبيروقراطية فنستغل أسرى شبك أخرى، وشبكات ونظم، سنظل نتعامل مع قيم إرث ثقافي أو أكثر، وسنظل نحس بضغط زملاء العمل والآباء، وسنربط بأسواق ومراكز معلومات.

من يمتلك الجسد؟

موضوع زرع الأعضاء موضوع حساس بخاصة، من الناحية الشخصية ومن الناحية السياسية. ذاك لأسباب عديدة: جدته النسبية كمجال طبي، الطلب المكثف على الأعضاء والأنسجة، احتمالات المكاسب الضخمة، الحاجة إلى مناهج ذات كفاية وفعالية، المخاطر على المريض من أن يكون العضو المنقول مريضاً أو معطوباً - وأخيراً وليس أبدأً آخر، العواطف الجياشة التي يُذيعها بين عائلات الواهبين، وعائلات المتلقين، وعائلات من يفشل لسبب أو لآخر في العثور على عضو يحتاجه للنقل.

يدخل من يُعتبر واهباً مقبولاً لأحد أعضاء جسده - شاب مثلاً تأكد موت مخه بعد حادثة - يدخل في أوضاع قانونية وبيولوجية لم تكن موجودة قبل لحظة. فجأة يسمى جسده باسم "المختصر" - وهذا مصطلح أخذه الطب الحديث لوصف إنسان لم يعد يحيا وليس تماماً بالميت. يُحفظ الجسد هكذا حتى يقوم أحد موظفي المستشفى بحملة مقبته، هي الاتصال بالعائلة لأخذ موافقتها على إمكانية نقل أحد أعضاء المختصر. (هكذا الأمر بالولايات المتحدة على الأقل، حيث يعتبر الجسم ملكية خاصة. تسمح قوانين بعض الدول للمستشفى أو للطبيب بأخذ الأعضاء من جسد مَنْ لم يكتب وصية أو إقراراً بعكس ذلك. وهناك دول أخرى ينص القانون فيها على أن أعضاء جسد أي شخص تصبح في لحظة وفاته ملكية خاصة للدولة). فإذا تمت الموافقة، شرعت فرق مختلفة من الجراحين في "حصد" الجسم - فتستأصل القلب، الكليتين، الكبد، القرنيتين، نسيج العضلات، الغضاريف، شغاف القلب، الأم الجوفية، وغشاء الغلاف الثقيل للمخ.

يدخل المختصر واهبُ أعضائه إلى مجموعة من العلاقات الإنسانية لم يكن يتخيلها الشخص أبداً وهو حي. طبعاً أن تكون أهم هذه العلاقات هي العلاقة مع من سترزع بهم الأعضاء. وفي الولايات المتحدة، تطبع المعلومات

عن الأعضاء المتاحة فوراً على الكمبيوتر بالمستشفى وتُثبِت إلى بنك المعلومات المركزي الخاص "بالشبكة المتحدة لتقاسم الأعضاء" في ريتشموند فيرجينيا. يرتبط هذا البنك بدوره بنحو ثمانمائة مركز حول الدولة مختصة بنقل الأعضاء، وعرضى هذه المراكز (تبدو كلمة "مرضى" هنا عملة بالمعاني) الذين ينتظرون جراحات النقل. تُستخدم اختبارات مختلفة - منها، في بعض الأماكن، تحليل الدنا - لتحديد التوافق بين الواهب والمتلقي. تشحن على الفور بعض الأعضاء في مبردات، وترسل في سرعة بالغة بسيارة الإسعاف إلى المطار، لتستقبلها سيارة إسعاف أخرى تنقلها إلى المستشفى حيث فريق من الجراحين يعمل في تجهيز المريض للعملية. تمضي بعض الأعضاء الأخرى إلى مؤسسات خاصة حيث تحفظ لحين توزيعها على المستشفيات. يقوم بالتفتيش على المؤسسات الخاصة وترخيصها منظمات خاصة مثل "الجمعية الأمريكية لبنوك الأنسجة" و"جمعية بنوك العين الأمريكية"، كما تدخل أيضاً أقسام تنظيمية فيدرالية مختلفة. تقوم إدارة تمويل الرعاية الصحية، وإدارة موارد الصحة وخدماتها، بخدمات نقل الأعضاء والكبد، وتختص المعاهد القومية للصحة (م ق ص) بنقل نخاع العظام، أما الأم الجافية وصمامات القلب والقرنيات فمن اختصاص مصلحة الغذاء والدواء (م غ د) وذلك بناء على تعديلات قانون الأجهزة الطبية لعام ١٩٧٦.

من بين المخاوف الكبرى احتمال أن تُنقل أمراض كالإيدز إلى متلقي الأعضاء. تحسنت إجراءات الاختبار كثيراً، ولقد أذاعت م غ د أن مستوى الأمان عالٍ في عمليات نقل الأعضاء والأنسجة التي تُجرى بالولايات المتحدة الآن، والتي يقدر عددها بثلاثمائة ألف عملية سنوياً. لكنك تسمع عن دراسات تثير الذعر، كذلك المتعلقة برجل مات برصاصة عام ١٩٨٥ ثم أُخذ منه ٦١ عضواً ورقعة نسيج. حُلِّل دم هذا الواهب مرتين للكشف عن الأمراض المعدية، وكانت الاختبارات في كلتا المراتين سلبية. وبعد بضع سنين استخدم بنك الأنسجة طرقاً أكثر دقة فاكشف أن دم الواهب إيجابي لفيروس

الإيليز. تمكنوا من الوصول إلى ٣٤ مريضاً (من بين ما يزيد على ٤٠) ممن زرعت بهم أعضاء الرجل وأنسجته. كان منهم سبعة مصابون بالإيليز، وكان منهم ثلاثة قد توفوا.

هذا موضوع مؤلم للنفس، لكنه لحد كبير مما يمكن ضبطه علمياً وسياسياً. فمن الناحية العلمية تحسن إجراءات الحماية من وقوع مثل هذه الحوادث، أما من الناحية السياسية فهناك القوانين تتبع. بل من الممكن ضبطه حتى ثقافياً. يقبل معظم الناس الآن زراعة الأعضاء، ضَمَنُوا هنا الواقع الغريب في نظرتهم إلى ما هو عملي ومقبول في العالم، قبلوا مخاطره. لكن مجرى الأمور يقول باستمرار اختبار حدود القبول الاجتماعي. في كل مرة أقرأ فيها عن "حصد" أحد المختبرين، أجد قائمة الأعضاء القابلة للاستعمال وكأن قد ازدادت طولاً. ولقد تمتد أكثر في المستقبل: يعتقد مارك روبي، المعلق الرزين على الموضوع، أننا سنسمع قريباً عن نجاح زراعة الأيدي والأقدام. يتحدث الآن بعض الجراحين، الذين يقومون بإجراء عمليات تغيير الجنس، عن الأعضاء الجنسية. يقول أحد رواد هذا المجال: "أنا لا أعتقد أن الحكومة ستقبل تمويل عملية زرع القضيب، لكننا سنحاول أن نقتنعه بذلك".

هناك خلاف آخر يتعلق بالأطفال الذين يولدون مجذوع ولا مخ، ومصيرهم ألا يموتوا أبداً، وهم لا يعيشون أكثر من بضعة أيام. يولد من هؤلاء بالولايات المتحدة نحو ألف في كل عام. ولقد ذكرت المحاكم في الستين الأخيرة أن قانون "الأمريكيون العاجزون" يحميهم، ويجوز لهم الحق في أفضل رعاية طبية، لكنهم أول المرشحين لوُهب الأعضاء، يهبون أعضاءهم السليمة - قلوبهم وأكبادهم وكُلّاهم - المقضي عليها بالهلاك، إلى غيرهم من الأطفال. اتخذت الجمعية الطبية الأمريكية موقفاً حيالهم وهو أن تحصد أعضائهم وهم أحياء. قال أحد الأخلاقيين إن هذه "فكرة مروعة مريعة".

يجد الفرد منا نفسه مدفوعاً إلى السؤال القديم - متى سينتهي هذا كله؟ - فلا تتضح له إجابة. إن المسألة التي تقلقنا في كل يوم هي الطريقة التي نعالج بها مثل هذه الأمور - أية قيم تشكل قراراتنا، أية نظرة إلى الواقع؟ إن فكرة أن يجري تداول أعضاء البشر داخل المجتمع فكرة مزعجة. ثم تأملتُ هذا الواقع الجديد، نظرتُ إلى الخلف - لا إلى الأمام - إلى الممارسات القديمة في التَّيْت، عندما كانوا لا يقومون بدفن جثث الموتى في قبور مغلقة معطرة، وإنما يسلمونها في ساحة إلى العالَم - يأخذون الأجساد إلى مكان مفتوح ويمزقونها إرباً إرباً ويقدمونها قرباناً إلى النُسر - والفكرة هي أننا من العالم جثنا، وإليه نعود. ها واحدة من أحدث العلاقات تحمل شيئاً من واحدة من أقدم العلاقات.

إختيارك لجنسك

لا شيء يوضح التزايد الحالي للخيارات الشخصية، وما يحمل معه من تعقيدات اجتماعية، أكثر من قضية تحوُّل الجنس - وهذا أمر كان ذات يوم مقصوراً على دنيا الخيال وأصبح الآن من الشيع حتى لتنتشر إحدى الصحف قائمة بالكلمات التي يلزم أن نضيفها جميعاً إلى معجمنا، فتكون من بينها كلمة "عمر جنسي".

صاغ هذه الكلمة في الواقع، في أوائل الخمسينات، طبيب أمراض عقلية يصف بها حالة فتاة استحوذت عليها رغبة في أن تصبح صبياً، إذ أطلق على حالتها اسم "الاضطراب النفسي عمر الجنسي". كان التقدم آنئذ في استخدام الهرمونات وفي استخدام الجراحة - بعد أن اكتسبت مهارات في إعادة التشكيل أثناء الحرب العالمية الثانية - قد جعل من الممكن أن يحقق الفرد خيالاته بأن يتحول طبيّاً إلى نسخة من الجنس الآخر، نسخة جيدة إلى حد كبير. وفي عام ١٩٥٢ سمع العالم كله عن حالة رجل اسمه جورج يورجنسين أمكن بمساعدة الأطباء الدانمركيين أن يتحول إلى الجنس الآخر - إلى

كريستين يورجنسين. اتخذت أجهزة الاعلام من قصة يورجنسين مجالاً للكثير من الفكاهة، لكنها أخذت بالكثير من الجدل عند رجال ونساء شعروا بأنهم وُلدوا في الجسم الخطأ - كما أخذها بمأخذ الجدل أخصائيو العلاج النفسي والأطباء مما اعتقدوا أن الجراحة ومعها المعالجة الهرمونية ستكون هي الحل.

وعلى مدى العقود القليلة التي تلت تطوّر هذا إلى فرع معترف به من فروع الطب. افتتحت في عام ١٩٦٧ في بالتيمور عيادة جونز هوبكنز للهوية الجنسية، وتبعتها العشرات من المستشفيات بالجامعات الكبرى، وبعد أقل من عشر سنوات كتبت مجلة نيوزويك تقول إن هناك أكثر من ٣٠٠٠ شخص غير جنسي بالولايات المتحدة قد أجروا العملية الجراحية، كما ذكرت أن هناك عشرة آلاف آخرين قد يجرون العملية لأنهم يعتبرون أنفسهم أعضاء من الجنس الآخر. ولما كانت المستشفيات بالولايات المتحدة تتطلب وقتاً طويلاً للتقييم والاستشارة بالنسبة للمرشحين المحتملين لإجراء عملية تغيير الجنس، تنتهي عموماً بإجراء العملية الجراحية لأقل من ١٠٪ منهم، فإن الكثير يتجهون إلى الخارج لإتمام العملية.

وعمليات تغيير الجنس في معظمها هي عمليات تحويل ذكور إلى إناث، لكن ثمة تقدم يجري في الاتجاه المضاد. لا يتطلب تحويل أنثى إلى ذكر في الكثير من الحالات أكثر من معالجات هرمونية تحول بنية الجسم بالتدريج وتخفّض نمو الشعر بالوجه. يمضي البعض إلى ما يعرف في الثقافة عبر الجنسية باسم "الجراحات العليا" - استئصال الثدي - بينما يمضي البعض الآخر إلى "الجراحات السفلى" التي تتضمن طرقاً مختلفة لبناء قضيب اصطناعي. لكن العمليات أهدأ لم تنتج ذكراً كاملاً تماماً ولا أنثى. وعلى الفرد بعد إجراء عملية تحويل الجنس أن يواجه كوكبة من المشاكل الاجتماعية والقانونية، تتراوح ما بين "صدمة المرحاض" - نعتي تصور ما يجب عمله في مرحاض عمومي - وبين صدمة الحصول على رخصة جديدة للقيادة، وحتى التهديد بالحبس لارتداء ملابس الجنس الآخر الذي تحرّمه القوانين في بعض الأماكن.

ويندر أن يغطي التأمين تكاليف العملية، ولكن، كما جاء في أحد التقارير: "إذا أُنعت شركة التأمين بأن يك حق الاعتلال النفسي غير الجنسي الذي يتطلب الجراحة كجزء من العلاج، فقد يدفعون لك التكاليف - بعد أن تكون قد وافقت على أن تخضع بتشخيص رسمي يعادل عند الكثيرين اشتهاه جسم الميت". لكن الحافز غير الجنسي يكون من القوة حتى ليقاسي الآلاف ويتعذبون وينفقون ما يستطيعون على مثل هذه العمليات، وحتى لتوقع وجود آلاف آخرين سيسعون إلى العلاج لو أتيح بسهولة وكان أقل تكلفة. توضح غير الجنسية بعض واقع الحياة في عصرنا. ليس أمامنا إلا أن نتعامل مع المعلومات: إذا وجد خيار تغيير الجنس، فسيعرف الجميع عنه. وعلينا أن نتعامل مع الاقتصاديات: إذا وُجد الطلب، فسنجد من يوفر المطلوب - لمن يمتلك القدرة المادية.

من السهل جدا أن تبقى على مبعدة محسوبة من قضية غير الجنسية - تفكره بغريبتها، ترفض التفاصيل الشهوانية لجراحة إعادة التخصيس، تهكم على الأطباء الذين يستغلونها في الكسب المادي. وأنا أعترف بأنني قد مررت ببعض من كل هذا أثناء دراسي للموضوع. لكنك إذا قرأت بعضا قليلا مما رواه من وجهة الخيار واتخذ القرار - تصريحتهم الانفعالية عن حاجتهم لتغيير الجنس، وكيف تعاملوا بشجاعة مع نتائج العملية - فلا شك أن ستحس بلمسة إعجاب بشجاعتهم، كما ستحس بمبلغ التكريس والإبداع لدى من صنعوا هذا النوع الجديد من الطب. هم جميعا هناك على جبهة الصلابة التطورية. وسنجد بشكل ما أن إدراكهم بما يحدث يفوق إدراكنا بكثير. أنت لا تستطيع أن تعاني تغيير الجنس ثم لا تعرف أن العالم يتغير هو الآخر بطرق جذرية.

بل ولقد يصبح الواقع المروع لتحول رجل إلى امرأة - أو العكس - أمراً مألوفاً في القريب العاجل. فالأمر على أية حال يتركز على الفرض بأن هناك جنسين فقط، ولم يعد من المفروض المتعلقة بالمصير البيولوجي ما هو آمن تماماً

في هذه الأيام إلا أقل القليل. ثمة كتاب صدر مؤخراً المؤرخة مناصرة للمساواة بين الرجل والمرأة. يقدم الكتاب قدراً من بيانات فسيولوجية مقنعة تدعم دعواها بأن هناك خمسة أجناس بيولوجية من البشر (الجنسين المعروفين وثلاث صور أخرى من الأفراد الخنثى)، وأن ثقافتنا ستضطرب عاجلاً أو آجلاً إلى أن تتعدى ما تتعلق به الآن في هذا الشأن. فإذا حدث ذلك فسيكون البعض ذكوراً، وسيكون البعض إناثاً، وسيكون هناك من يغير جنسه جراحياً في هذا الاتجاه أو ذاك، وسيختار البعض الخروج بأدوار اجتماعية وجنسية جديدة تماماً.

لم يمض وقت طويل بعد سماعي عن هذه الفكرة، حتى وجدت نفسي في لجنة مع جماعة من المستقبلين. ثمة واحدة منهم كانت ترى أن مفهوم الأجناس الخمسة في أساسه مفهوم قويم، لكنها تجده عاقلًا نوعاً ما. مضت لتقترح أننا إذا أمعنا النظر لأبعد من مجرد الفروق الجسدية - إذا وسّعنا رؤيتنا لنستوعب كل الأنماط السيكولوجية المعروفة، وأساليب الحياة الاجتماعية، والاختلافات الوراثية التي تؤثر في السلوك الجنسي دون إنتاج أعضاء جسدية مختلفة - فسنجد الناس وقد صنفوا أنفسهم إلى نحو ٤٧ جنساً مختلفاً وخنثراً. وإذا بها تنبأ في نزوة بأن يكون بالمباني نفس هذا العدد من دورات المياه. أنا لا أقول إن هذا سيناريو محتمل، لكننا نواجه احتمالاً حقيقياً جداً لتغيرات جذرية في الطريقة التي يفكر بها الناس في الجنس والجنس. وهذا في جزء منه مجرد قضية معلومات جديدة تدور داخل المجتمع، لكن يساهم فيه أيضاً ما يتم من تقدم تكنولوجياي. والتطورات الحديثة، كمثّل عمليات تغيير الجنس واستخدام الهرمونات، إنما تزيد من تعقيد الصورة، وتضيف "اختيار الجنس" إلى قائمة القرارات المتاحة للكثيرين عن أسلوب الحياة.

مع تطور الجنس البشري إذن، يتطور مجال مذهب من احتمالات وخيارات الجنس والجنس - أكثر بكثير مما يوجد بالرياسات الأخرى - ثم إن هذه تحرك تغيرات بعيدة الأثر اجتماعية وثقافية - ستمسنا جميعاً عاجلاً أو آجلاً.

اختيار جنس المولود

في نفس الوقت، سنجد أن الكثير من الناس - العاديين ممن لا يفكرون أبداً في تغيير جنسهم - يقومون باختيار جنس نسلهم. كان الناس يقومون بهذا من قرون بعيدة عن طريق وأد الطفل إذا كان من الجنس غير المطلوب - الإناث عادة. أما الآن ومع تكنولوجيات مثل نَقَب السَّلي والتصوير فوق الصوتي فقد أصبح في الإمكان التنبؤ بجنس الجنين مبكراً بما يسمح بالاجهاض. بل وستطوّر في القريب العاجل طرق لاختيار الجنس موثوقة، وأقل أثراً على النفس. لقد أصبح من الممكن الآن تكنولوجياً أن يتأكد الأبوان من جنس الجنين إذا استخدما الاخصاب في الأنبوب. لكن هذه الخيارات - في الماضي كانت أو في الحاضر أو المستقبل - ليست في الحق أبداً خيارات شخصية أيضاً، إذ تطوقها القوانين والقواعد، والسياسات العامة، والقيم الثقافية، والأوضاع الاجتماعية، التي تزكي خيارات معينة وتستبعد غيرها.

يتأثر الناس في الصين وبشدة بالتقاء سياسة "طفل واحد للعائلة الواحدة" مع التحيز الثقافي التقليدي ضد الإناث. يتنبأ تقرير صدر عن "معهد موريسون لدراسات السكان والموارد"، في ستانفورد، يتنبأ "بفجوة زواج" هائلة على عام ٢٠٢٠ - مليون رجل كل عام يصلون إلى سن الزواج دون أن يجدوا زوجة - النتيجة الحتمية للنسبة الجنسية الحالية للمواليد: ١٤٤ وليداً لكل ١٠٠ وليدة. يلتفت التقرير النظر أيضاً إلى أن هذا سيؤدي مع الوقت إلى أن تؤثر ظاهرة "الكيد المرتد" على التطور الوراثي بالصين، فالأزواج الذين ينجبون البنات سيزوجوهن بسهولة ليحفظوا بذلك سلالاتهم، بينما تنقرض العائلات التي تنجب الذكور. وإذا ما استمرت الممارسة الحالية مائتي جيل أو نحوها، فستطوّر العشيرة الصينية في النهاية تحيزاً وراثياً نحو البنات، ليولد منهن أكثر.

طبيعي أنا لا تتوقع أن يحدث هذا، لا ولا أن يقوم ذكور الصينيين بحل المشكلة عن طريق إجراء عمليات تغيير الجنس. لكن النتيجة المحتملة هي أن تحدث زيادة أخرى في المحرة الدولية: سيهاجر العزاب إلى الخارج بحثاً عن زوجات، وستهاجر العازبات إلى الصين بحثاً عن أزواج. أما ما سيحدث مع الوقت فسيكون تغيراً في القيم: وضع اجتماعي أعلى للنساء، وانحسار تسلط فكرة الطفل الذكر العزيز على الآباء. لكن، إياك أن تتوقع أن يتوقف الناس عن اختيار جنس نسلهم. ليس هذا هو الطريق الذي تتحرك فيه الأمور الآن.

تنظيم النسل الآن

يقول الدكتور جيفري فيشر، أحد القلائل من رجال الطب الذين يقومون عن طبيب نفسي بالتنبؤ بما سيحدث ومتى، يقول إن الاختبار المنزلي الموثوق للتبويض سيصبح قريباً طريقة فعالة لتنظيم النسل لدى معارضي وسائل منع الحمل. وأنا أعتقد أن هذه نظرة إلى المستقبل غير البعيد تثير الاهتمام، فرمانسا زمان تختفي فيه الحدود بين التكنولوجيا الرفيعة وبين المعلومات البسيطة. إذا أردت أن تختار وسيلة فما عليك إلا أن تتحول بين تكنولوجيات تنظيم النسل ثم تنتقي وسيلة - هي ذاتها من منتجات التكنولوجيا الرفيعة - تمكّنك من أن تقوم بتنظيم النسل "طبيعياً".

لقد تغيرت القواعد الأساسية للتكاثر تغيراً درامياً عبر العقود القليلة الماضية، وهي تتغير الآن أسرع من أي وقت مضى. هناك طرق أكثر وأكثر لتحنب أن يولد لك طفل، ولكي تختار جنس الطفل الذي سيولد لك.

لدينا في حقل تنظيم النسل مجال واسع من الخيارات يتضمن مناعات الحمل الطويلة الأثر مثل "نوريلانت"، كبسولة توضع تحت الجلد مباشرة في أعلى ذراع السيدة، لتبقى فعالة لمدة تصل إلى خمس سنوات؛ ومثل اللولب؛ ومثل طرق المنع كالواقي الذكري والغشاء الحاجز الذي ظهر مؤخراً والواقي المهبل؛ ومثل مانع الانفراس RU-486 الذي يمكن تعاطيه بعد

الإخصاب لمنع البويضة المخصبة من الانفراس في الرحم؛ ومثل المجهضات كالبروستاجلاندين الذي يَسْتَحْتَ للمخاض المبكر. في عام ١٩٩٣ قامت شركة أيجون للأدوية بحملة دعائية لترويج ديو - بروفوا، وهذا مانع للحمل يحقن، كان يستعمل لفترة طويلة في الدول النامية، وقُدِّم للأمريكيات على أنه "منظم للنسل يكفي أن تذكره أربع مرات في العام".

وتظل قائمة البدائل تطول. قرأت منذ فترة عن مدخل مختلف تماماً - سجل براءته طبيبٌ لأمراض النساء في نيويورك - يقتل الحيوان المنوي بكهرباء ضعيفة. تدفع بطارية دقيقة تبقى في عنق الرحم فترة تصل إلى عام، وتولد تياراً كهربائياً ضعيفاً يقل عما يولده ضابط البيض، لكنه يكفي لمنع الحمل. قال المعرق إن ابتكاره هذا قد أثبت نجاحاً بلغ ١٠٠٪ عند اختباره على الحيوان، لكن لم يُسمح بهذا الابتكار أن يجرب على البشر، ولا أعرف إن كان سيُسمح به يوماً. لكننا نتوقع لابتكارات أخرى - من بينها حبوب للرجال وتقيم عكوس طويل المدى - أن تحصل على الموافقة الرسمية والقبول لدى الناس. ولقد يتضح أن العقبة الرئيسية هي غريزة المقاولات لدى المحامين - فلقد تخصص البعض منهم في رفع القضايا ضد نوريلانت لصالح من استخدموه وادعوا أن له آثاراً جانبية. الصورة معقدة؛ ورغم ذلك، وبغض النظر عن كل التشوش والارتباك الذي يميز زماننا المضطرب بيولوجياً، فإن هناك شيئاً مؤكداً: سيستمر تزايد تنوع وتيسرِ وفعالية أدوات تنظيم النسل وطرقه.

وكل هذه الوسائل - ما نعرفه منها ونستخدمه، وما لا يزال منها في الطريق - تحمل صفتين متناقضتين: هي تزيد من قوة الفرد، وهي في ذات الوقت تجرنا إلى تعقيدات اجتماعية/سياسية جديدة.

إن قدرة الفرد على تدبير تكاثره - باستخدام المعلومات عن الطريقة التي يعمل بها التكاثر - هي زَيْدٌ منهل لقدرة الإنسان الفرد. لكن، مثلما نُحيل

الفاكسينات أمراضاً كالجدري إلى قضايا اجتماعية، كذا فإن وسائل تنظيم النسل ومواده تحيل الحمل إلى قضية اجتماعية. والإجهاد هو موضوع واحدة من أكثر قضايا السياسة غضباً. نحن نتجادل في تدريس الجنس، وفي إتاحة معلومات تنظيم النسل ومواده، وفي الموافقة على RU-486. وبشكل أكثر تهديفاً: إننا مطالبون بتعديل قيمنا عن الحجم الأمثل للعائلة. نشأت في عالم كانت فيه العائلة الكبيرة هي مثال الحياة الطيبة. ثم، وفي الستينات، دخل العالم في نظام قيم مستحد تفضّل فيه العائلة الصغيرة - وكان ذلك تحت تأثير القضايا البيئية والأدوار المتغيرة للمرأة. عائلي كانت من ستة أشقاء، وكان أحد أجدادي فرداً في عائلة من أحد عشر، وهانذا أمامك. أب فخور، منزه سياسياً، لطفل واحد لا أكثر. يتغير الزمان!

التكاثر الآن

للطموحات ممن لم يتمكن من الحمل أو من إكمال الحمل، هناك قائمة تتزايد طولاً من الخيارات، وهناك المناخ الثقافي/ السياسي الذي يتغير.

لقد تغير في العقود القليلة الماضية ما هو أكثر من مجرد الاستحسان بالنسبة لحجم العائلة. منذ ما يقل عن أربعين عاماً حكمت محكمة في إلينوي بأن التلقيح الاصطناعي محمي غريب - سواء بموافقة الزوج أو بدونها - يعتبر زنا من ناحية الأم، وأن كل طفل يولد عن هذا الطريق طفل غير شرعي. أما اليوم فإن مثل هذا التلقيح يتم روتينياً، ولقد وُلد عن هذه الطريقة ما يزيد على ربع المليون من الأمريكيين. لقد تعودنا على الإخصاب "في الأنبوب"، تعودنا على بنك الحيوانات المنوية (الحيامن) هناك على الناصية القريبة. تفسح النماذج الاجتماعية والمؤسسات المكان في بطنه للأم العزباء، لسرور الشوا. ولا تزال الأمهات البيديات أمراً خلافياً، لكنني أتوقع أن تجد لها دوراً بين الأدوار المتزايدة بالحياة العائلية. والأغلب أن تتقن عملية تجميد البويضات حتى لتصبح بنوك البويضات في مثل انتشار بنوك الحيامن الآن. وعلى هذا،

ففي الوقت الذي تتعود فيه على النمو الوطيد في طرق تنظيم النسل، فإننا نتعود أيضا على طرق جديدة لإنجاب الأطفال. إن الاتجاه السائد دائما ما يكون نحو زيادة الخيارات. لقد أصبح التكاثر البشري مختلفا إختلافا جذريا عن تكاثر الحيوانات الأخرى، ثم إن التغير - من المنظور التطوري - يحدث ما بين طرفة عين وانتباهتها. إن قيمنا وممارساتنا تختلف عن مثيلاتها عند أجدادنا، كما أن قيم وممارسات أحفادنا ستختلف تماما عن مثيلاتها لدينا. إننا نعرف هذا كله - لكننا لا نعرف مدى الاختلاف، وفي أي اتجاه يكون.

والتغيرات في وسائل تنظيم النسل وطرق التكاثر تغيرات لافتة للنظر، ثم انها تخلق راحة الكثيرين. لكن أيا من هذه التغيرات ليس في مثل حساسية اتخاذ قرار بإنجاب طفل، أو قرار بتحديد جنس هذا الطفل. تصبح هذه الخيارات الآن أسهل، والكثيرون يتخذونها. تقوم النساء الحوامل، لاسيما كبيرات السن منهن، باستخدام ثقب السنّلي روتينيا، أو غيره من وسائل أخرى، لاختبارات ما قبل الولادة لمعرفة ما إذا الجنين يحمل متلازمة داون أو غير هذه من العيوب الوراثية. والأغلب أن يعرف الآباء جنس الوليد قبل الولادة، كما أن الإخصاب في الأنبوب يجعل اختبارات ما قبل الولادة أسهل كثيرا وأعلى نوعية.

يرى الكثيرون أنه لا يجوز أن تكون لنا مثل هذه الخيارات، وأنه من الواجب أن يُحظر بالقانون بعض (أو كل) تقنيات تنظيم النسل وتقنيات التكاثر. لكن مثل هذا الحظر هو في ذاته اختيار - اختيار سياسي، لا يسهل اتخاذه ولا يسهل فرضه. ثمة وقائع حدثت في إيطاليا تبين ذلك. اشتهرت إيطاليا في أوائل التسعينات بمناخ قانوني متحرر بعض الشيء بالنسبة لقضايا التكاثر. فعلى الرغم من أنها المقر الرئيسي للفاثيكان إلا أنها كانت أيضا أقل بلدان أوروبا في معدل الولادة - الأمر الذي يقترح بشدة أن الكثيرين يمارسون تنظيم النسل - كما أن بها تجارة ناجحة في كل أوجه بدائل التكاثر، مثل التلقيح الاصطناعي والأمهات البديلات. كانت إيطاليا هي

الدولة التي ولدت بها روزانا ديلا كورتى، التي تبلغ من العمر ٦٢ عاماً، بعد أن أخضعت بويضة من واهية بمخي زوج روزانا ثم أعيدت إلى رحمها. كانت إيطاليا هي الدولة التي ولدت بها إليزابيتا، بعد حملتها عمتها من بويضة والدتها "الحقيقية" التي توفيت قبل عامين في حادثة.

في عام ١٩٩٥ رأت الجمعية الطبية القومية الإيطالية أن في هذا الكفاية - بل وأكثر من الكفاية - فأصدرت توصيات جديدة للأخلاقيات الطبية. حظرت، من بين ما حظرت، التلقيح الاصطناعي للنساء بعد سن اليأس، والتلقيح الاصطناعي بعد موت الزوج، وكل صور الأمهات البديلات، والتلقيح الاصطناعي للعازبات، وأي انتخاب للحيوانات المنوية يركز على "مكانة الواهب الاجتماعية أو الاقتصادية أو الوظيفية". حثت الجمعية البرلمان الإيطالي على سن قانون بهذه التوصيات. رأى الفاتكيان أن التوصيات هينة أكثر من اللازم، وأعلن عن موقفه: إن كل التلقيح الاصطناعي لا أخلاقي وحرام. من الناحية الأخرى رأى أحد كبار الاختصاصيين في الخصب (سيفيريني أنتينوري، الرجل الذي قام بإجراءات حمل المرأة ذات الاثنين وستين ربيعاً) أن هذه التوصيات "بها مفارقة تاريخية، وضيق أفق، وأنها مضادة للديموقراطية"، وأعلن أنه يتنوي أن يتحداها. ثمة تحالف للشمواذ جنسيا أعلن من جانبه أن هذه التوصيات "خطرة غير شرعية" وحث أعضائه على مقاومتها في المحاكم. صدر بيان صحفي يقرر أن تلك التوصيات قد تكبح بعض التجاوزات، لكن التحريم الكامل الذي تنادي به الكنيسة لن يحظى بين راغبي الإنجاب من الاحترام بأكثر مما حظي به تحريمها لتنظيم النسل. هكذا الأمر في إيطاليا. أما في غيرها من الدول فقد قرأتُ تنبؤاً يقول إنه سيصبح من الممكن قريباً أن تحمل المرأة في أي عمر - ليس ثمة حد أعلى على الإطلاق. ويرى نفس هذا المصدر أن متوسط الأجل المتوقع سيرتفع قريباً إلى نحو تسعين عاماً، الأمر الذي يعطي هذا التنبؤ معنى ملوحشاً حقاً.

وحتى لو لم تُحرّم تقنيات التكاثر، فإنها تُعدّل عادة بطريقة أو بأخرى، إما عن طريق الأجهزة الحكومية أو عن طريق المنظمات شبه الرسمية المفوضة من السلطة. والمهموم الصحية تجعل من هذا ضرورة - كاحتمال أن يُنقل الإيدز مع مبيّ الوهاب.

وعلى الرغم من أن هذه القضايا تولّد ما شئت من صور الخلاف السياسي - ليس فقط حول القضايا الاجتماعية عما يُباح وما لا يباح، وإنما أيضا حول القضايا الاقتصادية عمّن يتتفع بالخيارات التكنولوجية الجديدة، والقضايا الحكومية عمّن له الحق في اتخاذ القرار - على الرغم من ذلك فإن مجتمعاتنا ونظمتنا المؤسسية تثبت أنها متجذدة لحد مرموق على استيعاب التكنولوجيا الجديدة. وربما كان موضوع اليوجينيا هو أكبر اختبار لقدرةنا على معالجة التطور البيولوجي السريع.

اليوجينيا الآن

في عام ١٩٩٣ نشر ك نيويورك تايمز قصة، غنية بالسخرية التاريخية، عن جماعة من اليهود الإشكيتازي تطبق برنامج اختبار وراثي للشباب. كان هدف البرنامج بسيط: التخلص من أمراض وراثية شائعة بينهم مثل مرض تاي ساكس ومرض التليف الكيسي، فهناك بين اليهود الإشكيتازي واحد من كل ٢٥ فردا يحمل جين مرض تاي ساكس، وواحد من كل ٢٥ يحمل جين مرض التليف الكيسي، وزواج اثنين من حاملي أي من هذين الجينين يعني في كل حمل احتمالا قدره ٢٥٪ في أن يولد طفل مصاب بالمرض. ومرض تاي ساكس مرض لا علاج له، هو مرض مميت يصيب الطفل في نهاية الأمر بالعمى والشلل. أما من يولد بمرض التليف الكيسي فلا بد أن يعاني طول عمره من مشاكل تنفسية وهضمية، كما يكون النصف منهم قصير العمر.

في كل عام إذن يقوم ممثلو "لجنة الوقاية من الأمراض الوراثية لليهود" بزيارة للمدرس الثانوية ويفحصون عينات من دم الطلبة. يحصل كل من يُختبر

على رقم هوية يسجل بالملكب المركزي للبرنامج. فإذا ما رأى موقع الزيجات أن فتاة وضى قد يرتبطان بالزواج، كانت الخطوة التالية هي الرجوع برقمي الهوية إلى الخط الساخن بالملكب، ليقرر إن كان هذا الزواج متناغما أم أن كلا من الشاب والشابة يحمل جينا متتحيا، وأنهما قد ينجبان أطفالا يعملون أيا من المرضين. باختصار: لقد تحرك توفيق الزيجات اليهودي التقليدي إلى عصر اليوم معلومات.

كان أعضاء الجماعة بوضوح راضين عن البرنامج، الذي أطلق عليه قادة رجال الدين اسم "دور يشوريم" وتعني بالعبرية "جيل الأتقياء". كانت نتائج التطبيق مثيرة حقاً. ثمة تقرير يقول "اليوم، ومع الاختبار المستمر للدور يشوريم، أمكن فعليا أن نمنع ظهور حالات جديدة من مرضى تاي ساكس". امتد المشروع ليشمل اختبار عدة أمراض أخرى، منها التليف الكيسي. لكن بحلة التسايز أجرت أحاديثا مع عدد من الأخلاقيين الخارجيين فوجدتهم منزعين جدا - فليس لهذا من اسم سوى اليوجينيا.

"اليوجينيا" كلمة من أكثر الكلمات رهبة وتفجرا في كل الحوارات البيوأخلاقية. تحمل أجهزة الإعلام تقارير عن بحوث تقود إلى علاج الخط الجرثومي - إلى تغيير جينوم الفرد، ومن ثم الصفات التي ينقلها إلى الأجيال القادمة - وهذا يقرب كثيرا من اليوجينيا. تستعمل كلمة اليوجينيا بالفعل أحيانا، ولكن دائما بالتضمين القوي بأنه لا يصح أن يُسمح بها. ومثل هذه التعبيرات مفهومة تماما، كما أن مثل هذه العواطف جذيرة بالتناء، لكنها أيضا مضللة. فهي تعطي الانطباع بأن اليوجينيا قد مضت - وهو ما لم يحدث - وأنتا نستطيع أن نستعدها من المستقبل - وهو ما لا يمكن. اليوجينيا جزء من الحياة في عالمنا، والتحدي هو أن نفهم ذلك، وأن نديره بحكمة.

صاغ هذه الكلمة - من جنر إغريقي يعني طبيب المخذ - فرانسيس جالتون عام ١٨٨٣. وجالتون هو الألمي ابن خال تشارلس داروين، إن يكن

غريب الأطوار. اقترح جالتون أن يأخذ التطور إلى الخطوة المنطقية التالية، من النظرية إلى التطبيق، وبدأ يصمم برنامجاً خيالياً لتربية سلالة متفوقة من البشر.

وأصبحت اليوجينيا قضية واسعة الذبوع - أصبحت هي الموضة، مثل حماية البيئة في هذه الأيام، ناصرها بنفس الحماس ذراوة إجماعيون يمينيون، واشتراكيون يساريون مثل جورج برنارد شو. وانتشرت إلى الولايات المتحدة حيث وجدت من يحمل لها في سخاء مراكز بحثية، مثل "مؤسسة تحسين السلالة" في باتل كريك ميتشجان.

انطلقت اليوجينيا مسعورةً بالولايات المتحدة قبل أن يتبناها النازيون في ألمانيا، وغذّأها حماس الأمريكيين للتقدم، وأذكت عابسةً مخاوف المتعصبين من أن المهاجرين الجدد سيلوثون المستودع الجيني الأمريكي القديم الطيب. وكانت النتيجة انفجاراً من برامج للتعقيم الإلزامي للمجرمين وضحايا الأمراض العقلية، وتقييد الهجرة، وقوانين تمنع الزواج بين السلالات. انتهى الكثير من هذه البرامج، وألغيت القوانين، وأغلقت معاهد البحوث. كان من بين أسباب زوالها إدراكٌ نما تدريجياً بأن علومها ورياضياتها كانت غير جديرة بالثقة. لم نعد الآن نصدق أن هناك عجزاً مثل "ضعف العقل" يسببه جين واحد. ولقد تبين رجال الإحصاء أنه حتى لو أمكن تحديد هوية مثل هذا العجز، ثم منعه كل حامله من الزواج (كما اقترح بعض المتحمسين اليوجينيين) فإن الأمر سيتطلب ٨٠٠٠ سنة لخفض عددهم إلى ١ من كل ١٠٠٠. ثم كان هناك المثال الفاشل "ألمانيا الجديدة" - وهذه مستعمرة أنشأها إليزابيث نيتشه (شقيقة فريدرش) في باراجواي. زودت مستعمرتها اليوجينية اليوتوبية بعينات من البشر ممتازة، مختارة "لنقاء الدم الألماني". وشجعتهم على التربية بالانتخاب نحو سلالة من السوبرمان. وكانت النتيجة - التي يمكن رؤيتها في تلك المنطقة - باراجويين زرق العيون، معظمهم فقراء مرضى. فقدت فكرة تحسين المستودع الجيني البشري زخمها لأسباب عديدة كحركة سياسية جماهيرية.

واليوم، ومع زيادة المتاح من المعلومات الوراثية، سنجد أن أناساً أكثر وأكثر يتخذون قرارات يوجينية واقعية - عندما يختار زوجان أن يجهضا جنينهما المتخلف عقلياً، عندما يتخذ أحد الزوجين قراراً بعدم الإنجاب لأنه أو لأنها تحمل جينا لمرض وراثي، عندما يفحص بنك الحيامن الواهبين المحتملين للكشف عما يحملونه من صفات. فإذا كانت اليوجينيا هي توجيه توالد البشر، أو هي محاولة تحسين الإرث الوراثي لمن لم يولد بعد، فكل ما سبق يندرج تحت هذا المعنى. قد يكون هناك الآن من اليوجينيا الحقيقية أكثر مما كان أيام فورتها.

ومعظم اليوجينيا الواقعية يوجينيا قصيرة المدى - مثل اختبار الأزواج الحامل الذي يجهضون أو الحمل الذي يستبقون - أو يوجينيا محدودة المجال - مثل حالة الجماعة اليهودية في نيويورك. يمكنك أيضاً أن تلاحظ تضمينات يوجينية مكثبة في سياسات معاهد عامة أو شبه عامة. قرر أحد كبار الرسميين بولاية كاليفورنيا ضرورة أن يُعرض على كل حامل أن تجري فرزاً لمرض وراثي واحد، وكان ذلك على أمل مُعلن هو "أن بعض من سيجذّن بالجنين عيوباً بالقناة العصبية سيختزن الاجهاض". عندما وُضع دليل "الجمعية الدولية لمرض هنتجتون" عام ١٩٩٠، أعلنوا أنهم يقبلون رفض اختبار النساء اللواتي قد يحملن مرض هنتجتون إلا إذا قدّمن "ضماناً كاملاً بأن يجهضن الجنين إذا اتضح أنه قد يكون مصاباً". أما ذلك النوع من برامج التربية الذي يشمل أمة، والذي تطلع إليه جالتون وزملاؤه، والذي بدأ هتلر والرايخ الثالث في تطبيقه - والذي يعود إلى الذاكرة عندما نسمع كلمة يوجينيا - فلم يعد له مكان الآن. لكن، في عصر البيومعلومات، تبرز على الدوام قضايا يوجينية من مختلف الألوان. أو كما قالها ستيف جونز، أحد كبار علماء الوراثة بجامعة لندن: "لن نجد لدى أي عالم جاد الآن أدنى اهتمام بإنتاج مجتمع مخطط وراثياً. لكن الانفجار في علم الوراثة يعني أننا سنواجه لا محالة - شيئاً أم أينما

- مشاكل أخلاقية تتعلق بحققنا في اتخاذ قرارات مُتعمَّدة حول تطور الإنسان".

ثمَّة حجة طيبة للتفكير بعقل مفتوح في اليوجينيا الواقعية ، وهي الواقع الملحوظ للديسجينيا الواقعية - تدهور المستودع الجيني البشري نتيجة للتدخلات الاجتماعية والطبية المختلفة. فكل ما تقوم به العلوم الطبية لإطالة الحياة التناسلية لمن يولد معرض وراثي، سيستمر نسلًا يحمل جينات هذا المرض. ومع تحسن علاج مرض التليف الكيسي، ومع قيام العلاج الوراثي بإنقاذ أرواح الأطفال المرضى بالاضطراب المناعي المشترك الحاد، سيتمكن معظم هؤلاء من الزواج والحياة حياةً تناسلية طبيعية، ليولد عدد أكبر من الأطفال يحملون هذه الجينات. حذر بول سيلفرمان، من جامعة كاليفورنيا في إيرفين - وهو واحد من أبرز الأخلاقيين الطبيين - حذر من أننا قد نكون ماضين في تكوين عشيرة بشرية يتزايد اعتمادها على الرعاية الصحية :

يستعمل الطب الحديث تنويعه من الوسائل العلاجية تمكِّن الكثيرين من البقاء حتى عمر متقدم، الكثيرين ممن كانوا سيموتون، لولاها، في سن الطفولة. الفاكسينات والمضادات الحيوية تقضي البشر من سلسلة طويلة من أمراض كانت قبلاً تضر شائعة: شلل الأطفال، الحمى القرمزية، التيتانوس، السعال الديكي... الخ؛ تُصلِّح بالجراحات التشوهات الخلقية؛ مرضى السكر والتزف اللموي يُحقنون بمركبات جوهرية لا تسمح وراثتهم بإنتاجها؛ سرطانات الطفولة والوركيما تعالج بالكيمياء والإشعاع ونقل نخاع العظام. وبمحابتنا الأطفال وعلاجهم لووقف آثار الانتخاب الطبيعي ضد الأمراض والعيوب الوراثية، فإننا نكون قد خلقنا مستودعاً جينياً يتزايد قابليته للإصابة بالأمراض المعدية والخبيثة في أواخر العمر. فإذا لم نستمر في اتباع الطرق الصحية العامة والخاصة وفي استعمال مضادات التلوث، فقد تظهر أوبئة لا قِبَل لنا بها.

ومن عجب أن تكون المحجرة الكرضية واحدة من أكبر القوى في تحسسين المستودع الجيني البشري في الوقت الحالي - وكانت المحجرة هي أقطع ما يخشاه اليوجينيون العنصريون الذين رأوا في المحجرة والتلاحح بين السلالات عيباً وراثياً يتزايد في العشرة الأمريكية. على أن جونز يعتقد أن المحجرة وتلاحح السلالات يتسببان في انخفاض جوهري في العيوب الوراثية. يقول: " حيثما وجهنا النظر، فثمة ما هو واضح: لقد تناقصت التربة الداخلية بالعشائر البشرية في الماضي التطوري القريب. إن تزايد الزواج من خارج المجموعة هو واحد من أكثر التفورات درامية في التاريخ التطوري الحديث، ولقد تفوق آثاره كل ما قد يقوم به علم الوراثة الطبية".

ولما كانت الاعتبارات اليوجينية قد استغلت في توير التشريعات ضد المحجرة، فقد يحادل الفرد منا الآن بأن المعلومات الحالية تتطلب أن تقوم الحكومات بإزالة كل الحواجز وبأن تبذل كل ما تستطيع لزيادة المحجرة وتحرك البشر، لخدمة رفاهة العالم الوراثية. أنا لا أفترض أن هذا سيحدث قريباً - لكن فكرة جونز عن الآثار اليوجينية للمحجرة - وهي بالضغط عكس النظرة التي سادت الفكر الغربي يوماً - تقدم مثلاً رائعاً عن : كيف يتغير المنظور تغيراً جذرياً في فترة من الزمن بالغة القصر. لا يزال لدينا بالطبع قدر كبير من العصبية المحلية، لكنها فقدت أساسها المنطقي.

على أنني أرى أن جونز كان مخطئاً في ظنه أن المحجرة ستظل قوة يوجينية أقوى فعالية من الوراثة الطبية. هذا بلا شك صحيح في الوقت الحالي، لكن هناك من الأسباب ما يجعلنا نعتقد أن مرحلة "الخلية الجسدية" في العلاج الوراثي ستمضي وبسرعة نحو مرحلة "الخط الجرثومي" - نعني من المعالجة الوراثية - التي تعالج أو تشفي مريضاً - إلى معالجة وراثية تحور الجينات التناسلية بحيث لا ينتقل المرض إلى نسله - وأنا استخدم هنا كلمة نسله (لا نسلها) متعمداً، لأن المرأة تولد وبها كل البويضات التي ستستعملها طيلة حياتها. أما في الرجال فإن الخلايا الجذعية المتحة للحيامن تظل نشطة طوال

سفي التكاثر. وعلى هذا فالأغلب أن يتم في ذكر أول علاج للخط الجرثومي. ومن الممكن جدا أن يحدث هذا من جراء الإهمال، فالمعروف أن بعض الناقلات التي تستخدم لإيلاج الجينات العلاجية في خلايا الجسم - مثل بعض فيروسات الانفلونزا والمهربس - تهاجم الأنسجة التناسلية - نعي أن العلاج المستمر لشخص يعاني من التليف الكيسي، بهدف دفع خلاياه إلى انتاج بروتين يلف الحشرجة والتهاب الرئة، قد يجعل الجنين قادراً على أن ينتج نفس البروتين في خلاياه التناسلية، وتكون النتيجة ألا يولد نسله وبه مرض التليف الكيسي. هذا احتمال واقعي جداً له - مثل الكثير من العلاجات بالجينات - وجهه الطلق ووجهه المخيف. في أثناء كتابة هذا الكتاب كانت اللجنة الاستشارية للتطعيم تُشكّل مجموعة عمل لدراسة "قضية الخط الجرثومي".

تُختبر في الوقت نفسه بضعة مداخل متعمدة في علاج الخط الجرثومي. ثمة وسيلة لتحويل جينات "ما قبل الجنين" أثناء الاخصاب في الأنبوب، قبل أن يُغرس الجنين في رحم الأم. وهناك أخرى - نجحت بالفعل في الحيوانات - تولج فيها الجينات في الجنين، وطريقة ثالثة تلتخص في استزراع الحيوانات المنوية وتحويلها ثم استخدامها في التلقيح الاصطناعي أو في التلقيح بالأنبوب. أما المتوقع الآن فهو أن العلاج الجيني للخلايا الجسدية سيصبح طباً معيارياً عند تحول القرن، وقد لا يتخلف عنه كثيراً علاج الخط الجرثومي - إن تخلف على الإطلاق.

هذه بلا جدال خطوة تطويرية خطيرة، خطوة ستأخذ حظها من الجدل الحامي عندما يتكشف أن هناك من يتأهبون للعمل عليها، أو يعملون عليها، أو قد نجحوا فيها فعلاً، وستكون اليوجينيا جزءاً من ذلك الجدل.

والواقع أنه من الممكن أن تُستخدم الآن الاعتبارات التطورية ضد علاج الخلايا الجسدية بالجينات، فراجع صدى القضية التي أثارها سبنسر، وعدد من

المتحمسين للدارونية، ضد التطعيم: إنه سيمكن بعض الناس، ممن كانوا سيهلكون لولاه، من البقاء والتناسل. أما علاج الخط الجرثومي فهو يوجيني.

وأنا أشك في أن تصبح اعتبارات المستودع الجيني البشري كله هي العامل الحاكم عند من يتخذون القرارات الوراثية: لكن من المحتمل تماماً أن يختار علاج الخط الجرثومي سُلُلاً العائلات ذات التسليخ الطويل في ولادة أطفال يحملون مرضاً وراثياً مثل مرض هنتنغتون أو تاي ساكس - إذا كان هذا العلاج يَعدُّ بالتخلص من المرض في الأجيال التالية. ومن المعقول جداً، أيضاً، أن يغدو البعض من هذه الأمراض بلا أهمية - من خلال الجمع بين الفرز الوراثي والعلاج بالجينات - فتأخذ طريق الجدري إلى غير عودة.

كل هذه احتمالات يوجينية حقيقية، ستصبح بلا شك مع تقدم الزمن قضايا يوجينية حقيقية تناقش على أسس اقتصادية وأخلاقية. إنها تتعلق بنمط ضيق - إن يكن كبيراً وهاماً - من الاضطرابات ثبت أنه وراثي، ويتضمن في العادة جينا واحداً. وهذه الاحتمالات لا تتعلق بالتخلص من صور غير واضحة التحديد من القصور - مثل "ضعف العقل" - لا ولا هي تتعلق بتوليد سلالة من العمالقة و/أو العباقر، وإنما تختص بمشاكل واقعية محددة يتعامل معها الناس الآن، وقد يتعاملون معها بطرق مختلفة. لم يعد موضوع التطور الوراثي البشري - أو الأفعال البشرية التي قد تشكل طريق هذا التطور - المملكة الخاصة باليوتويين والعنصريين، وإن كنا سنسمع أصوات هؤلاء بلا شك. تصبح المعلومات عن الوراثة الآن جزءاً من حياتنا اليومية، ليكشف الناس بالتدريج أن الكثير من القرارات الشخصية والسياسية لها نتائج وراثية. ومثل هذا التفهم في ذاته بعدد آخر للعلاقات الجديدة والالتزامات الاجتماعية التي يخلقها التحول التطوري الحالي. إذا كانت هذه يوجينيا، فلعلنا نفتنهما على غير وجه .

الجزء الثالث

تطور الزراعة والصناعة

الفصل الثامن

إعادة ابتكار الزراعة

اليوم، ومع ظهور المناهج العلمية، ومع التكنولوجيات التي اصطحبت التطور التاريخي لهذه المناهج، أصبحت الزراعة مشروعاً علمياً حقاً. العلم يسود: بدءاً من التفهم الأساسي لطبيعة النبات والحيوان والقربة والبيئة والمؤسسات (الأسواق خصوصاً)، وحتى تطبيقات هذا التفهم في إنتاج الغذاء وتصنيعه.

— لورانس بورش.

تشير آخر الأعمال التي قام بها الآثاريون بجامعة ييل، إلى أن الزراعة قد ابتكرت منذ نحو عشرة آلاف عام، ابتكرها أناس كانوا يعيشون على التلال بالطرف الشمالي للبحر الميت. كانت هذه هي حضارة النطوف، وهذا اسم الشعب الذي أقام هذه الحضارة المتقدمة وسكن هذه المنطقة فترة طويلة، وتمكّن بالفعل من حياة مستقرة. كانت لهم منازل حسنة البناء وتركيب اجتماعي مصقول وكانت لهم أدواتهم: مناجل من الحجر الصوان وهاونات حجرية يستخدمونها في حصد الحبوب ومعالجتها. ثم، وفي مرحلة معينة، تحولوا إلى زراعة الحبوب وتصنيعها. كان هذا التحول هو أخطر ما حدث من تحولات في مجرى تطور الإنسان.

يقول الآثاريون إن الابتكار كان نتيجة "لقاء مصادفات". من المفروض أن تجتمع عناصر أربعة في نفس الوقت: الموارد الوراثية، التكنولوجية، النظام الاجتماعي، والحاجة.

كانت الموارد الوراثية هي الحبوب البرية المتاحة التي تعود الناس على حصدها. أما التكنولوجيا فكانت معرفتهم بطريقة حصده مثل هذه الحبوب والتعامل معها، بجانب ما طوروه من أدوات لهذا الغرض. وكان النظام الاجتماعي أمراً جوهرياً: فلم يكن يجتمع بدوي بدائي أن يتمكن من تنظيم العمل وتوزيع الغذاء. أما الحاجة: فإن التاريخ - كما تقترح النظرية - يقول إن المناخ كان آنذاك يتغير في وادي الأردن منذ فترة - ليصبح أكثر حرارة وجفافاً. حفت البرك الصغيرة، فاضطروا إلى التراجع نحو برك أكبر بالمنطقة، وتسميت كثيرة التحرك في عجز في الغذاء، كما تسبب الجفاف في ذات الوقت في اختزال مواطن الحياة البرية وفي قصر موسم الحبوب.

لكن هذه الأزمة منحهم الفرصة. المناخ الأدفأ يزكي الأنواع الحولية من الحبوب البرية والخضرلوات - تلك التي تكمل دورات حياتها في آخر الربيع - لا الأنواع المعمرة. كانت حبوب الحوليات أكبر حجماً، تحميتها قشور، ويمكنها أن تبقى حية خلال الصيف الجاف القاسي، لتنت في الأشنية الباردة المطيرة. والمفترض أن بعض التطوف الأذكاء قد لاحظوا هذا، وبدأوا في تشجيعه شيئاً فشيئاً، كل عام، بتخزين الحبوب بعد الحصاد ثم زراعتها في الموسم المطير التالي. بهذا بدأت الحياة الزراعية - ربما دون أن تلحظ في بادئ الأمر: وقت للبذر وقت للحصاد.

ربما لم يحدث ذلك بالطريقة التي وصفتها بالضبط - وربما حدث هذا أيضاً في أوقات أخرى بأماكن أخرى - لكنه حدث. أصبحت منطقة نهر الأردن زراعية، أصبح ساكنوها ضرباً آخر من البشر. تمثل هذه النقطة قفزات في التطور الحضاري للإنسان - من حياة الصائد جامع الثمار إلى الزراعة - وتحرك سلسلة مستمرة من تغيرات أبعد. يزداد المخزون من الغذاء، ويزداد تعداد السكان. تقام المدن وتنشأ نظم جديدة دينية وسياسية. ولقد حدثت أيضاً تغيرات في التطور الوراثي، إذ اتجه المزارعون البدائيون - دون أدنى فكرة في البداية عن تربية النبات - إلى جمع سلالات طافرة حبوبها

قوية الاتصال بالفَصْلة بحيث يمكن أن تُحصَد وتُنقَل إلى القرية. تشير الدلائل الأركيولوجية إلى أن النباتات الطافرة التي تحفظ حبوباً ممتلئة قد سادت تماماً حقول منطقة الأردن خلال فترة قصيرة من الزمن. ومع تطور الزراعة هناك، كان أن امتدت إلى الشمال - المعلومات تتسرب، الناس تتحرك - وسرعان ما انتشرت زراعة القمح والشعير والبسلة والبقول في تركيا والعراق، مع كل ما يصاحب ذلك من آثار على النظم الإيكولوجية وعلى الوظائف التطورية للأنواع المختلفة من النبات والحيوان.

ومنذ ذلك التاريخ، ابتكرت الزراعة وأعيد ابتكارها مع الزمن عدة مرات. ومن إعادات الابتكار حدثت ثلاث بارزة: كانت أولها هي التربة العلمية للنبات، بنت القرون العشرين. لم يكن هناك "تربة" على الإطلاق إلى أن عُرفت الطبيعة التناسلية للنبات، أما قبل ذلك فكانت أهم طرق تحسين النبات هي اختيار وزراعة أفضل العينات. وبعد بزوغ علم الوراثة في بداية هذا القرن أصبحت التربة نشاطاً عالمياً يتركز معظمه في مؤسسات يدعمها المال العام. وكانت الميكنة الزراعية هي إعادة الابتكار الثانية - والحق أنها كانت سلسلة من الابتكارات، من بين ما أذكره عن حياتي المبكرة بمزرعة ماشية في نيفادا، صور حية لماكينات حش محاصيل العلف، وكانت تحسينات أنيقة لمنحل اليد المستخدم في القرون الوسطى - إنما يسجبه فريق من خيول العمل. انقضى عهد خيول العمل الآن هو الآخر، وتغيرت الصورة المَقُولِيَّة للمُزارع الأمريكي - من رجل محراث إلى رجل فوق جرار. تنحو الميكنة إلى تقليل قدر العمل المبذول لإنتاج الغذاء، وزيادة المدخلات من الوقود الحفري. ثم، وفي سني ما بعد الحرب العالمية الثانية، تحولت الزراعة مرة ثالثة بتطوير الكيماويات العضوية. ارتفعت الإنتاجية مع استخدام المخصبات الكيماوية ومبيدات الآفات ومبيدات الأعشاب، لكنها تسببت في مشاكل هائلة: تلوث البيئة والإضرار بصحة عمال المزرعة. أما التحدي اليوم فهو زيادة الإنتاجية مرة أخرى، على أن يتم ذلك دون آثار جانبية سلبية - إن أمكن. أن نحصل

على مزايا بيئية وصحية بتقليل الوقود الحفري والإستغناء عن معظم الكيماويات الزراعية.

التحول التالي

يختلف الوضع العالمي الحالي اختلافاً بيناً عن الأزمة المحلية التي واجهت النطوف، لكنه يشبهها في بعض النواحي الأعمق. مرة أخرى تتلاقى العوامل الأربعة ذاتها: المصادر الوراثية، التكنولوجيا، النظام الاجتماعي، والحاجة. لكن المصادر هذه المرة أصبحت مكتبة كرضية من المعلومات الوراثية يمكن تطويرها لاستخدامات جديدة. والتكنولوجيات الحديثة - لاسيما البيوتكنولوجيات - تمكّنا من أن نفعل بالنبات ما لم تتمكن منه أبداً قبلاً. ولدنيا تركيبة اجتماعية من منظمات عامة وخاصة - إن تكن دون ما يستدعيه الوضع الحالي - تدعم بعض البحوث والتنمية وتساعد بعض متحمي الغذاء في الوصول إلى الجديد من التكنولوجيات والمعلومات. ثم إن الحاجة إلى إنتاج أفضل من الغذاء وتوزيع أفضل له - تلك التي نشأت عن الانفجار السكاني والضغط البيئي - هي أمر واضح جلي، بل والأغلب أن تتفاقم هذه الحاجة.

غير أن عشرة آلاف عام من التاريخ قد علمتنا أن أخطر إعادات ابتكار الزراعة ليست مجرد تعديلات تكنولوجية بسيطة تستعمل في المزرعة دون أن تؤثر فينا جميعاً. إنها خطوات على طول طريق التطور الحضاري والوراثي - نقلات واسعة النطاق تعيد تشكيل المجتمعات والحكومات والاقتصاديات والنظم الإيكولوجية. تكون نتائج الكثير من هذه النقلات متفاوتة الأثر - طيبة للبعض سيئة للبعض الآخر - ويكون لجانبٍ منها آثار ثانوية مكلفة ومدمرة. وعلى هذا، فإذا ظهرت ثورة زراعية جديدة على الطريق قادمة - وهناك الآن بالتأكيد واحدة - تبين الناس والجماعات كثيراً في استجابتهم

لها، وتباينت درجة حماسهم، وقدموا تنبؤات غاية في التباين حول ما قد تكون عليها نتائجها.

للزراعة معسكراتها الإيديولوجية الخاصة، التي تكاد تناظر المعسكرات الطبية. فمن ناحية، هناك مؤسسة الأعمال الزراعية، بآلياتها الثقيلة، وقوتها الضاربة من الكيماويات، وشبكاتها من الروابط القديمة بين الجامعات والتجارة والحكومة. يميل أعضاء هذه المؤسسة إلى أن يتخذوا موقف الدفاع عند الحديث عن عيوب الإبداعات السابقة، وهم متفائلون إلى أبعد مدى بالنسبة للوعد الزاهية بما سيأتي من ابتكارات. وهناك من ناحية أخرى الجيفرسونيون العصريون الذين يعيشون - من بُعد مريح، كما لاحظتُ - المباهج والفضائل المتأصلة في حياة المزرعة، ويحبذوا لو كانت صغيرة وكانت متحفظة في تطبيقها للتكنولوجيا. تضم هذه المجموعة أنصار الزراعة العضوية - ولهم شبكتهم الخاصة من المخازن والمطاعم والمطبوعات ومراكز البحوث - ومعهم الكثيرين من البيئيين. ومثلما تتمسك مؤسسة الأعمال الزراعية، في قوة، بإيديولوجيا التقدم، كذا تتمسك الجماعة الأخيرة بإيمانها الراسخ بأن التكنولوجيا هي العدو الإنسانية والطبيعة، وبأن الحلول التكنولوجية لا تحل إلا مشاكل جديدة.

يدرك الطرفان أهمية المعلومات في الزراعة، ولكن آرائهما تختلف بشكل مذهل بشأن ماهية المعلومات المفيدة ومن أين تأتي. فمؤسسة الأعمال الزراعية تنظر إلى المعامل والمدارس الزراعية وكبار متحجي الينزور والكيماويات. وأفضل المعلومات في نظرهم هو ما يتخذ صورة الحقائق العلمية. أما الجماعة الأخرى فأفضل المعلومات لديها على الأغلب هي الحكمة، التي غالبا ما يجذبونها في الثقافات القديمة أو في معارف المزارع الذي يعمل بيديه. تميل مؤسسة الأعمال الزراعية إلى الاعتقاد بأن الجديد في العالم والتكنولوجيا يأتي استجابة إلى الحاجة، أما الجماعة الأخرى، فتعتقد أن

الجديد في العلوم والتكنولوجيا يُفرض في أحوال كثيرة على المزارع بغض النظر عن حاجته إليه.

تتداخل اهتمامات المجموعتين في الواقع، فهما ليسا كيانين منفصلين، فلقد نجد البعض من مجموعة الأعمال الزراعية وهم يرودون مبدعين مجالاً أقل صرامة من الناحية الإيكولوجية. ولعل أفضل مثال على ما أقصده هنا هو "المكافحة المتكاملة للآفات" - وهذا منهج معقد يربط ما بين الزراعة رفيعة التكنولوجيا وبين المسؤولية البيئية، وهو يستخدم حشداً من التقنيات يضم التحليل الكمبيوترى لأنماط حياة الحشرة أو المفترس، والدورة الزراعية، ومضائد كهربائية بارعة للحشرات، ثم - وحشما كان ملائماً - استعمالاً محدوداً من المبيدات الكيماوية. ويحتاج من يستخدم المكافحة المتكاملة من المزارعين إلى مستشار - يسمى عادة باسم "الرائد" - بديلاً عن نصائح المثل المحلي لشركة كيماوية. وهذا الرائد - مثل رجال التعداد - يمشي إلى الحقل ومعه جهاز يشبه مكتسة كهربائية ضخمة، يجمع به عينات من الحشرات لتحديد الطبيعة الواقعية لعشيرة الآفات بالحقل. يمكنه بتحليل البيانات أن ينصح المزارع بالاستراتيجية المثلى لمقاومة الآفة. وقد يتضمن هذا استخدام المقاومة البيولوجية - حشرات أخرى - أو قد يتضمن استخدام مبيد الآفات في وقت معلوم في فصل النمو. والهدف هو استعمال أفضل تقنية متاحة، بصورة اقتصادية انتقائية، وتجنب الرش المكثف بالكيماويات الزراعية، والتي أصبحت تُمَيِّز - بكل أسف - الكثير من الزراعات الحديثة.

وهذا المدخل الفلسفي - الرغبة الخلاقة في استخدام التكنولوجيات الرفيعة في إنتاج كفاء مستول يبيحنا - هو أفضل أمل لحل بعض النزاع الإيديولوجي، وأنا أعتقد أنه يمثل الاتجاه السائد في زراعة المستقبل. لكن لنا أن نتوقع على طول الطريق الكثير من المعارك بين عشاق التكنولوجيا وكارهيها.

للزراعة الوراثية

الحق أنه ليس ثمة من شك - أيا كانت نزعتك الجمالية أو الإيديولوجية تجاه الزراعة - في أن الروابط بين إنتاج الغذاء والعلم قد تزايدت كثيرا. تتحول الزراعة على طول العالم وعرضه بسبب الاكتشافات العلمية والابتكارات التكنولوجية. ونتيجة للزراعة العلمية للنبات ستحد كل هذه المفردات المتاحة بالمسور ماركت - وفي مخازن البقالة العضوية - مفردات لم تكن موجودة منذ قرن. ثم إن طبيعة الزراعة تتغير هي الأخرى - وأصبح الكثير منها يبدو وكأنه ما يسمى "مشاريع التجارة الزراعية" أو "الصناعة الزراعية".

خذ مثلا نتيجة أبحاث اثنين من المربين بالولايات المتحدة قاما بإجراء تجارب مثيرة على النقرة ما بين عامي ١٩٠٧ و ١٩١٠. تمكنا من إنتاج خطوط مربية داخليا من النقرة، ثم لقحا هذه السلالات لإنتاج مُعْجَن - سلالات متحبة غاية في القوة، لكنها عقيمة. انتهت هذه التجارب إلى اعتبارات حقليّة نظامية في العشرينات، وبسرعة قُبِلَ المزارعون المحسن عندما أتاحت لهم تجاربها. في عام ١٩٣٣ كانت النسبة من أراضي النقرة المخصصة للمعجن أقل من ١٪، وبعد عشر سنين وصلت النسبة إلى ٩٩٪. سَعدَ المزارعون بالنقرة الجديدة بسبب تماثلها وإنتاجها المرتفع ومقاومتها للأمراض، وسعدت بها أيضا شركات البذور لأن للزراع يحتاج إلى شراء بذور جديدة في كل عام. هذا التطور إذن أنتج ذرة أفضل ومحصولاً أعلى - لكن كان متَلَبّة - التماثل الوراثي للمحاصيل. فعلى الرغم من وجود عدد من سلالات النقرة فقد كانت جميعا متماثلة وراثيا - متماثلة أيضا في قابليتها للإصابة بحرض لفحة النقرة الذي تفشى بالولايات المتحدة عام ١٩٧٠، ودمر نصف المحصول في العديد من الولايات الجنوبية.

واليك مثال آخر: أكبر ما حدث من تطورات مشهودة في تاريخ إنتاج غذاء الإنسان. أنتجت الثورة الخضراء سلالات جديدة عالية الإنتاج من القمح والذرة والأرز، تسببت في زيادات مذهلة في إنتاج الغذاء، ولقد كان التحول أكبر حتى مما حدث عند ظهور الذرة المحسنة. فقيما بين عامي ١٩٦٠ و ١٩٧٠ تحول أكثر من ٧٠٪ من مساحات القمح بينجلاديش والهند ونيبال وباكستان إلى زراعة سلالات القمح الجديدة، الأمر الذي حال دون وقوع مجاعة هائلة كانت متوقعة بالهند، لتصبح الهند في الواقع مصدرة للغذاء. ومثلها أصبحت أيضا إندونيسيا، التي كانت يوماً أكبر دول العالم استيراداً للأرز. لكن الإنتاج الوفير يحتاج قدراً كبيراً من المياه وكميات وفيرة من الأسمدة والمبيدات. تغيرت النظم الزراعية، وتبعته أيضاً تغيرات اجتماعية واقتصادية، وتكنولوجية ثانوية. حصل الفقراء على الغذاء، وتضخم ثروة البعض من كبار ملاك الأراضي. هُجرت العربات التي تجرها الثيران وحل الجرار محلها. كتب أحد المعلقين يقول: "أدت التكنولوجيا الجديدة إلى تغير في أنماط المحاصيل وفي طرق الإنتاج، أسرعت بتطوير زراعة رأسمالية موجهة إلى السوق، كما عجلت بزوال زراعة الكفاف". وعلى هذا فستقابل الكثيرين ممن يرفضون الثورة الخضراء إلى حد يصل إلى الازدراء، ويرون فيها شيئا فرضه العلماء في تهجم على الجماهير.

تلقى هذه النماذج التاريخية ظلالها على خلفية الثورة الزراعية العلمية الجديدة، التي تنشأ الآن. وهي تصلح كأدلة واعدة على أن في مقدور العلم الزراعي أن يؤدي أشياء رائعة، كما تخدم كرسالة تذكرونا بأن الأشياء الرائعة تحمل عادة بطاقة سعرها.

لأسباب عديدة ظلت التطبيقات الزراعية للبيوتكنولوجيا متخلفة لفترة عن التطبيقات الطبية. من بين الأسباب، أنه لم تكن هناك قاعدة بحثية كافية تبنى عليها - فلقد استفادت البيوتكنولوجيا الطبية كثيراً من التراث العلمي لحملة "الحرب ضد السرطان" التي أغدقت فيها على البحوث ملايين الدولارات من

الأموال العامة. ثمة سبب آخر هو أن المعارضين للبيوتكنولوجيا قد تمكنوا من تحريك الرأي العام بشكل أكثر فعالية ضد اختبارات الحقل التي قد تكون لها نتائج غير محسوبة، وضد المنتجات الزراعية الجديدة التي قد تحمل مفاجآت غذائية غير سارة. ووجهت أولى محاولات الاختبار الحقلية لمتج زراعي بيوتكنولوجي بالولايات المتحدة - وكان سلالة محورة وراثيا من بكتريا سيدومونس (والسلالة الرية منها تدمر المحاصيل إذ تكون بلورات ثلجية على أوراق النبات) - ووجهت بدعاوي قضائية، ومظاهرات، وتخريب متعدد للممتلكات العامة، في مناطق عديدة بكاليفورنيا كان المفترض أن يجري بها الاختبار. كانت هذه السلالة من البكتريا واحداً من منتجات البيوتكنولوجيا الوراثية، لم يُضف فيها شيء، إنما أزيل الجين المتسبب في تكون بلورات الثلج. كانت فكرة العلماء - وهي إحدى الاستراتيجيات الأساسية للمقاومة الحيوية - هي أن تُرض البكتريا المحورة على النباتات، لتنافس السلالات الرية وتحتل مكانها على الأوراق. وعندما أمكن اختبارها في نهاية الأمر، كان أداؤها بالضبط كما أعلن وبدون نتائج معاكسة - ولكن ليس قبل أن تُعرض على الجمهور سيناريوهات من الخيال العلمي مفزعة عن بكتريا محورة بنقلت عيارها وتكاثر بلا حدود. ثمة مقالة ظهرت بمجلة "جزيرة الأرض" البيئية - مستشهدة في فحاجة بسيناريو لجورجي ريفكين ذي الخيال الواسع والمعارض العنيف للبيوتكنولوجيا - حذرت من أن "خفض درجة الحرارة التي تتجمد عندها الأمطار التي تسقط فوق سلاسل الجبال الرئيسية، والذي ستميه هذه البكتريا المحورة، سيقلل بصورة جوهرية من كمية الجليد التي تسقط، الأمر الذي سيؤثر حتما على متجمعات الترحلق على الجليد، والأسوأ أنه سيزيد من كمية ماء المطر الجاري فوق سطح الأرض ليغرق التلال والأراضي المنخفضة".

كان إدخال طماطم فلافّر سافر أيضا من بين معالم التحرك، إلى زراعة مزيدة بيوتكنولوجيا، التي حظيت بقسط وافر من الضجة الإعلامية. والواقع

أن هذه الطماطم كانت هي المنتج الثالث لتكنولوجيا الدنا المطعم الذي أجازته مصلحة الغذاء الأمريكية - كان المنتج الأول هو كاي - ماكس، المعادل البيوتكنولوجي لإنزيم معدة العجول المستخدم في صناعة الجبن (المنفحة). لسبب ما لم يهتم أحد بالكاي - ماكس، وبعد بضع سنين وصلت نسبة منتجات الجبن الذي استخدم الكاي ماكس في تصنيعه إلى ٥٠٪. أما المنتج الثاني فكان السوماتوتروين البقري، وهذا هرمون للنمو يشجع إنتاج اللبن في الأبقار.

عندما استخدم هذا الهرمون لأول مرة قامت ضجة من جدل مرتبك حامي الوطيس. أثار التشطاء المضادون للبيوتكنولوجيا قضية عامة بالاشتراك مع صغار مزارعي إنتاج اللبن الذين خشوا من الإفلاس إذا أصبحت المزارع الكبيرة أكثر إنتاجاً. أثبتت المخاوف من أذى محتمل يقع على المستهلك من اللبن الناتج بهذه الطريقة، وأدى هذا إلى جدل واسع حول وجود فروق بين هذا الهرمون المطعم، وبين الهرمون الموجود في لبن كل الأبقار على أية حال. قامت شركة بين وجيري للآيس كريم، الملتزمة سياسياً، بإلصاق بطاقات على منتجاتها تعلن فيها أن المؤسسة لا تشتري منتجات اللبن من مزارع تحقن أبقارها بهذا الهرمون المُطعم. كان هذا شيئاً طيباً بالنسبة لبعض المستهلكين، وإن كان بعض الناقدين قد أشاروا إلى أن الآيس كريم الممتاز لهذه الشركة قد يكون خالياً من الهرمون غير الطبيعي، لكنه مُثَقَّل بالدهن الطبيعي - القاتل - للبن.

ثم جاءت طماطم فلافر سافر، مُنتج من منتجات تكنولوجيا التعطيل الوراثي، صُمِّم لتتضج الثمار على النبات بحيث لا تنهر حتى تصل إلى المائدة. كان هذا أول منتج يتلوه المستهلك عارفاً أنه يأكل منتجاً بيوتكنولوجياً. ولقد أثار قدراً هائلاً من الخلاف - ثارت الشكوك في أن تكون هذه الطماطم ناقصة من الناحية الغذائية، أو حتى خطيرة. شهدت عدداً من المؤتمرات نقشت بها هذه القضايا، وكانت الدعوى الوحيدة المقنعة ضد

فلافر سافر فيما سمعت هي احتمال أن يكون بعض الناس حساساً لها. لم نصل بعد إلى إجابة شافية لهذه المسألة، لكن آخر ما ظهر من تقارير يقول إن هذه الطماطم قد قبلت ووجدت طريقها إلى موائد المستهلكين. تأخر ظهور التقرير، لكن التأخير كان أساساً بسبب مشاكل في الإنتاج والتوزيع وليس بسبب المزاعم المتهورة التي كانت تناقش بالمؤتمرات، ويُستشهد بها في مقالات الصحف عن الطماطم غير الطبيعية. هناك علاقة بين قصة الطماطم وقصة هرمون السوماتو وبين، ذاك هو أن ما أصاب شركة مونسانتو، التي صنعت الهرمون، من سعادة بالمبيعات الكبيرة التي تجت بعد أن هدأت العواصف الأولى بسلام، قد جعلها تتحرك بكل ثقلها إلى حقل الزراعة البيوتكنولوجية. قامت إذن بشراء جزء من كالجين - شركة الطماطم - وربت أمورها بحيث أصبحت كالجين شركة كبرى لتعبئة وتسويق الطماطم البلازجة.

كانت البيوتكنولوجيا الزراعية أبسطاً بعض الشيء في الخروج إلى النور، لكنها تتقدم الآن بسرعة في طريق التطور. لنا أن نتطلع بأمل إلى زيوت للطبخ خالية من الدهون المشبعة، إلى كيزان ذرة لها الطعم الطازج بعد قطعها بأسبوعين، إلى فنجان قهوة بلا كفاين من نباتات بُن بلا كفاين. وهذه الثورة لا تجرى فقط بالولايات المتحدة وإنما بالعالم كله. من فترة ليست بعيدة حضرت مؤتمراً آخر كان يضم جمعاً دولياً من بحاث بيوتكنولوجيا الأغذية - علماء من أفريقيا وآسيا وجنوب أمريكا وأوروبا. تنبأ واحد منهم في ثقة بأن كل نباتات المحاصيل الرئيسية ستحول قبل نهاية هذا القرن. وهذا لا يعني أن كل نباتات المحاصيل الرئيسية في كل مكان ستكون من منتجات البيوتكنولوجيا، وإنما أن سلالات من كل محصول ستُعاد هندستها. أعلن المؤتمرون عن تقدم في تحويل المحاصيل الأساسية مثل الياق والطماطم والموز والقمح والذرة. كانت معظم التحويلات المبكرة تهدف إلى مقاومة الآفات والأمراض، وزيادة الانتاجية، ورفع القيمة الغذائية. وسيأتي بعد قليل تبييت

النرويج - الأمر الذي قد نستغنى به عن استخدام الأسمدة الكيماوية أو نقل منها - ثم سلالات تحمل الملوحة والجفاف.

البعض من التغيرات الناجمة عن هذه الجهود لن يكون دراماتيكية بخاصة - أو حتى ملحوظا. سيمضي الكثيرون يزرعون نفس المحاصيل - بل وحتى بنفس الطريقة - على الرغم من أنها قد حوّرت وراثيا. ليس ثمة ما هو مختلف حقا في الطريقة التي تزرع بها البطاطس المقاومة للفيروس إذا كنت أفقر أصلاً من أن تستخدم مبيدات الآفات، فكل ما سيحدث هو أنك ستجني بطاطس أكثر. لكن هناك حالات أخرى يتحول فيها المزارعون إلى محاصيل تجارية جديدة، لما نتاج كثيرة اجتماعية واقتصادية وإيكولوجية. ستغير الزراعة، وسيكون تحولها في بعض المناطق بسرعة مذهلة وعلى نطاق هائل. من بين أسباب هذا التغير أن البيوتكنولوجيا ليست هي القوة الوحيدة التي تلوح في أفق الزراعة، إنها مجرد جزء واحد من تحرك الزراعة إلى المعلوماتية.

مزارع المعرفة

كانت المعلومات دائما جزءاً محوريا من الزراعة، ودورها في الزراعة يتزايد الآن. على المزارعين أن يتعلموا أشياء جديدة، ويتزايد العدد منهم الذي يبحث عن العون في الماكينات الذكية، أو في نظم المعلومات المتقدمة المدعّمة، أو فيهما سويا.

أمامنا الآن مزارع من مينسوتا يقود جراره عبر السبعمائة فدان التي تشكل مزرعته. كان الجرار ذاته ثوريا عندما ظهر، ووجوده الآن لن يشرك بالطبع كثيرا. لكن خذ بالك من جهاز الاستقبال والكمبيوتر الصغير بكابينة قيادة الجرار. يحمل الكمبيوتر برنامجا للتحكم في توزيع الأسمدة الكيماوية، وبيانات عن تركيب التربة في كل جزء من الحقل. يلتقط جهاز الاستقبال رسائل من الأقمار الصناعية - يثها برج قريب - تحدد موقع الجرار بالضبط وتنفذ الكمبيوتر بالمعلومات الجديدة. يحدد الكمبيوتر قدر السماد المطلوب لكل

جزء من الفدان، ثم يُسَرَّب بالضبط الكمية المطلوبة إلى التربة أثناء حركة الجرار عبر الحقل. هذا ما يسمى "الزراعة الحكيمة" أو ما يشار إليه في بعض الأماكن أحياناً باسم "زراعة المواقع بالتخصيص" أو "الزراعة بالأقمار الصناعية" أو "الزراعة بالروشة". ولقد يبدو هذا خيالاً جامعاً عن حياة الريف لشخص يجنون بالكمبيوتر، إلا أنه قد أثبت فعاليته في تخفيض ما يندل من أسمدة ومبيدات - وفيما يقدمه من مردود يفي أيضاً، فالأسمدة الزائدة تفرش طبيعياً إلى الماء الأرضي.

لك أن تتوقع أن تجد مثل هذه المفامرات من التكنولوجيا الرفيعة بالولايات المتحدة وغيرها من الدول المتقدمة - هناك "فجوة معلوماتية" حقيقية وخطوة بين مثل هذه الدول والدول النامية - لكن إعادة ابتكار الزراعة التي تجري الآن تركز أساساً على اليوم معلومات، ومن ثم قلها القدرة على الانتشار السريع جداً إلى المناطق الأخرى. يمكنك أن تلحظ عبر العالم كله مشاريع مكرسة للقفز فوق مرحلة الآليات الثقيلة والكيماويات الثقيلة والتوجه مباشرة نحو أنشطة الزراعة الحديثة التي تستخدم تكنولوجيا المعلومات والبيوتكنولوجيا لخدمة الزراعة المتواصلة على النطاق الضيق.

في الهند على سبيل المثال عدد من مثل هذه المشاريع يوجهها "مركز مؤسسة سواميناثان لبحوث الزراعة والتنمية الرفيعة". وقد لا تظهر التكنولوجيا الرفيعة بوضوح في بعض أنشطتها: استعادة خصيب التربة الملحية بالمناطق الساحلية، تطوير نظم ري أكثر كفاءة، اختيار محاصيل جديدة لزراعة الغابات. لكن البرنامج يساعد أيضاً المجتمعات المحلية في إقامة بنوك جينات لسلالات النباتات التي حفظها المزارعون أو طوروها. ويحمل مركز المؤسسة للمعلوماتية مجموعة من الكمبيوترات ومكتبة إلكترونية مسن أقراص "ذاكرة القراءة فقط" CD-ROM. لهذا المركز روابط بالإنترنت، ومن ثم بروابط عالمية للخدمات المعلوماتية، بل إنه مزود بمولد فولتائي شمسي.

نمت الشبكات الدولية لمثل هذه الأنشطة، وأصبح لها كيان من البحوث حول ما يسمى الآن "مزج التكنولوجيا"، وهذا مدخل إلى التطوير يركز على الفرض بأن التقدم العلمي والتكنولوجي سيؤثر لا محالة على صغار المزارعين، فبدلاً من انتظاره ليأتي هاوياً من علي، ربما كان لنا أن نحاول مساعدة الناس في أن نجد طرقاً جديدة أكثر إنتاجية لأداء المهام - دون تمزقات خطيرة. لا يقف مزارع مينسوتا إذن وحده هناك على تخوم المعلوماتية. ثمة أشياء مشيرة ومدهشة تحدث الآن بكل مكان في العالم. في مصر، في البعض من أقدم مزارع العالم المروية، يستخدم الليزر في تسوية سطح الأرض لتقليل مياه الري إلى الحد الأمثل. وفي بوركينافاسو تسهم الأقمار الاصطناعية في خُرطنة مسالك الطرق الزراعية. وفي ماليزيا تخدم شبكة معلومات مُكَمَّنة حاجات مزارعي المطاط الصغار.

البيوتكنولوجيا إذن ليست سوى عنصر واحد في لقاء تطوير الآليات ونظم المعلومات والتجارة الدولية والعلوم الزراعية، التطويرات التي تنقلنا بسرعة إلى فصل جديد من القصة التي ربما شهدت بدايتها تلال فلسطين الجنوبية. يقول أحد أعضاء هيئة تدريس كلية الزراعة جامعة بوردو: "جاء المحراث ومضى، جاءت الآلة البخارية ومضت، ثم جاء الجرار، وليس الآن من مكان يمضي إليه سوى المتحف".

غذاء بلا مزارع، مزارع بلا غذاء

وفي أثناء تطور الزراعة تظهر طرق جديدة تماماً لإنتاج الغذاء - طرق يصعب أن نعتبرها زراعة على الإطلاق. هناك على الناحية الأخرى من الزراعة يتشكل شيء جديد، كما يظهر أيضاً ضرب جديد من الزراعة - لا ينتج الغذاء، وإنما الدواء.

كتبْتُ في سنة ١٩٩٠ مقالا أُنَبِّأ فيه بأنه سيأتي يوم يمكن فيه أن نتج في المصنع مفردات غذائية حقيقية - مثل عصير الفاكهة، الدقيق، الزيوت النباتية،

الجيلي، عجينة الطماطم. إعتقد بخفي آتخذ أساساً على أعمال اثنين من أغرب العلماء وأكثرهم إثارة: مارتين روجوف، الميكروبيولوجي الذي كان في ذلك الوقت مديراً لمركز بحوث وزارة الزراعة، في ألياني كاليفورنيا - على مقربة من مكان سكني - وستيفن رولينز، وهو عالم من علماء الأراضي بمعمل بحوث النظم في بلتنسفيل ماريلاند. قامت الحكومة الفيدرالية بجمع الاثنين معاً للعمل في مشروع للتخطيط الاستراتيجي بعيد المدى، مشروع من قبيل ما تتوقع أن تلاقيه في بعض وكالات الدفاع السرية لا في الطرقات الهادئة لوزارة الزراعة الأمريكية. كانت المهمة التي كلفا بها هي التفكير فيما قد يحدث إذا تسببت واقعة ما في اضطراب جوهري بنظام إنتاج الغذاء في أمريكا - أي شيء، بدءاً من توقف تدفق الوقود الحفري وحتى تصحر مناطق "سلة الخبز" بسبب تحات التربة و/أو تغير المناخ. كانت المهمة كما وصفها روجوف هي "التفكير فيما قد يحدث لو سُدت إلينا ضربة شديدة حقاً"، وذلك بالطبع بجانب التفكير في الطريقة التي قد تتجنب أسوأ آثار مثل هذه الكارثة.

كان أول ما ظهر لهما من أشياء مزعجة: القابلية المعيقة لسقوط نظام الغذاء الأمريكي - إذ تنقصه الموارد المؤازرة. لدينا مخازن لبعض الملون الغذائية، مثل الحبوب، لكن يصعب أن نجد أي احتياطي على الإطلاق من معظم ما يأكله الناس من المفردات الأخرى - كالخضراوات. تملكهما القلق، لكنهما فكرا أيضاً فيما يجري من بحوث البيوتكنولوجيا، وأثارت انتباههما فكرة نظام بديل لإنتاج الغذاء، يعتمد على زراعة الأنسجة، نظام يمكن تطويره في مواجهة الحاجة إن غدت ملحة.

وزراعة الأنسجة هي إحدى المفاجآت المغمورة للبيوتكنولوجيا - هي أقل شهرة وأقل مدعاة للخلاف من التطعيم الجيني، وهي أبسط من ناحية المبدأ، وإن كانت نتائجها لا تقل إثارة. يمكن لعالم النبات أن يأخذ شريحة دقيقة من ورقة شجرة، لينميتها إلى شجرة كاملة باستزراعها في بيئة من الهرمونات والمواد الغذائية. بهذه العملية يمكن إنتاج مائة، بل قل مليون نسخة من شجرة

واحدة. ثمة ضرب آخر من زراعة الأنسجة يتضمن زراعة جزء معين فقط من النبات - مثل الثمرة التي تؤكل.

بعد أن تعرفتُ على أعمال روجوف وروليتز، قمتُ برحلة إلى جنوب كاليفورنيا زرتُ فيها رجلاً كان يجري بحوثاً على زراعة أنسجة الفاكهة. كان اسمه برينت تسميرات، وكان له معمل في باسادينا يقوم فيه ببحوث على تنمية حويصلات عصارة ثمار البرتقال والجريب فروت والليمون وغير هذه من نباتات الموالح - حويصلات العصارة فقط، تلك الأعضاء الصغيرة الشبيهة بالفقد والموجودة بالثمرة. في هذه التجارب كان يطور بيئة من الكيماويات مضبوطة للنمو، بيئة تدفع الخلايا إلى أن تتطور إلى جيوب للعصير.

من هذه الأنسجة خرج العصير - عصير برتقال حقيقي، بلا برتقال، بلا أشجار برتقال. لم يتم تسميرات بهذا العمل بهدف إنشاء نظام أغذية مثل "ستار تريك"، إنما كان يحاول أن يفيد المزارعين التقليديين بيساتين الموالح الحارة القريبة من باسادينا، والذين يزرعون البرتقال والجريب فروت - وذلك بأن يجد لهم وسائل لاختبار الأسمدة والمؤنات المختلفة على محاصيلهم. لم يكن في الحق متحمساً للمراسلين الصحفيين الذين ما أن يسمعوا عن عمله حتى يصلوا لبروا ما إذا كان في استطاعته حقاً أن ينتج عصير البرتقال من أنبوبة الاختبار. ولقد كان يستطيع ذلك حقاً - إن يكن بكميات غاية في الضآلة.

كان آخرون يحرمون تجارب مشابهة على زراعة الأنسجة. نجح دون دورزان - عالم الفاكهة بجامعة كاليفورنيا في ديفيز - في تنمية الجزء المأكول من الكريز في مستنبت الأنسجة. ولقد كان هو الآخر حريصاً، فأكد أن لا أحد يفكر الآن في تصعيد هذه العملية إلى مرحلة إنتاج جيلي الكريز في مصنع.

ولقد كان إنتاج جيلي الكريز في مصنع - أو عصير الفاكهة أو أي من المنتجات الغذائية الاصطناعية الحقيقية الأخرى - هو بالضبط ما رأى روجوف أنه ممكن. وتَفَهَّمُ هذا الاحتمال، علينا أن نعتبر زراعة الأنسجة جزءاً من نظام، شيئاً أقرب إلى ابتكار الفَحْلَة منه إلى ابتكار العربة. فلتسبب مصنع الأغذية يلزم أن يُزود بالسكر باستمرار، والسكر عنصر أساسي لنمو كل النباتات وكل أجزاء النباتات التي تأكلها الحيوانات. يقوم النبات الكامل - شجرة البرتقال مثلاً - بتخليق السكر عن طريق التمثيل الضوئي: يأخذ الكربون من الجو ثم مع الأكسجين والأيدروجين يصنع السكر.

اقترح روجوف ورولينز إمكانية زراعة المحاصيل المغذية - الأشجار والشجيرات - في المناطق الملائمة لها، بأقل قدر من المياه ومن الكيماويات الزراعية. هناك لن تكون النباتات عرضة للإصابات التي تحدث لمزارع البرتقال في كاليفورنيا - حيث تُحمى النباتات ضد اليرد بنظم تدفئة مكلفة، وضد ذبابة الفاكهة بنشر المبيدات الحشرية بالهليوكوبتر. لا يلزم أن تجمع الثمار سنوياً، بل تُعزّن طاقة الغذاء في النباتات الحية. (يمكن أيضاً أن تستخدم كمادة خام صوراً أخرى من الكتلة الحيوية، مثل كسر الخشب والقش. وهناك الكثير من أنواع الكتلة الحيوية بالعالم، كما ستلاحظ مؤكداً بعد يوم عمل في بستان أو بعد كنس الأرصفة).

تتكون معظم الكتلة الحيوية للخشب والقش من السيلولوز الخشبي: سلاسل متينة من جزيئات الجلوكوز. لا تستطيع معدة الإنسان أن تهضم هذا السيلولوز، لكن الباحثين في البيوتكنولوجيا يطورون الآن وسائل مختلفة لضمها اصطناعياً وتحويلها إلى شراب سكري بسيط. يصبح السيلولوز الخشبي الحلقة المفقودة بين الشمس ومصنع عصير الفواكه.

سيكون للنظام إذن عناصر ثلاثة رئيسية: أولها المحاصيل المغذية. وثانيها مصنع التحويل الذي يحول الكتلة الحيوية إلى عصائر سكرية - والأفضل إذن

للوصول إلى أقصى كفاءة أن يُنشأ حيث تنمو الأشجار والشجيرات. وثالثها مراكز إنتاج الغذاء، ويُفضَّل أن تكون قرب المستهلكين. في مرونة هذا النظام المؤازر تكمن منطقته وإغراؤه. ليس في الزراعة التقليدية مجال واسع للاستجابة السريعة. إذا زرعت النباتات، فعليك أن تحصدتها. إذا كان لديك بستان يرتقال فعليك أن تجمع المحصول عند نضجه وإلا فقدته. أما في زراعة الأنسجة فسيكون الطلب هو الموجه، يمكنك أن تزيد إنتاجك وأن تقلله، أو أن تغير الإنتاج إثر إخطار قصير.

بل ولقد يكون هذا النظام مفيداً - كما يقول البعض الآن - حتى في غير الحاجة الملحة لإنتاج الغذاء، إذ يوفر جزءاً من الغذاء المطلوب للمدن السريعة النمو بدول العالم الثالث، أو لمن يحيون بالمناطق الشديدة البرودة حيث لا تصل الفاكهة والخضراوات إلا بتكاليف نقل باهظة وعمليات كبيرة من الطاقة. ممة ميزة أخرى لهذا النظام أشار إليها روجوف، وهي حقيقة أن المحاصيل المغذية تمتص ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي. يشجع البعض زراعة الغابات الواسعة لحجز ثاني أكسيد الكربون، وستسهم كل زراعة تتركز على الغابات في مثل هذه الاستراتيجية.

حسناً، لقد كنتُ مخطئاً. ففي عام ١٩٩١، وبعد نحو عام من كتابة المقال، سحلت إحدى شركات البيوتكنولوجيا في كاليفورنيا براءة عملية لإنتاج مستخلص الفانيليا من مزارع الخلايا، وأقامت إدارة للإنتاج بالاشتراك مع شركة يونيليفر. قالوا إن نكهة المنتج ستعادل في الجودة المستخلص النفيس الجميل الرائحة - والغالي جداً - الذي يتج من بذور أوركيدة الفانيليا التي تنمو في عدد قليل من المناطق الاستوائية، مثل جزيرة مدغشقر، لكن هذا المنتج سيكون أفضل بكثير من الفانيليا الاصطناعية التي تباع الآن في معظم المتاجر. لقد بدأت زراعة الخلايا في منافسة الزراعة، بدأ (في هدوء شديد) عصرٌ جديد لإنتاج الغذاء والألياف.

أنا لا أتوقع أن تُستبدل هذه الطريقة بالزراعة - كبيرة كانت أو صغيرة. إن ما يُعَدُّ به هذه الطريقة الجديدة هي إثراء طرق إنتاج الغذاء، وتنويع المنتجات الغذائية، مثل مستخلص الفانيليا، وربما أيضا الألياف - هناك باحث في تكساس ينمي ألياف القطن في مزارع الأنسجة. وفي المجتمع الكروسي لليوم معلومات سيكون هناك الكثير من ضروب إنتاج الغذاء الزراعي وغير الزراعي.

يكن بعض ما يفرينا بزراعة الخلايا في إمكانية أن تصبح نظاماً لإنتاج الغذاء في المدينة - أن تسهم بحجز هام من زاد العالم من الغذاء - جزء كبيراً ما يُقَل. فسكان المدن بالعالم كله ينتجون الآن غذاءً - في الفناء الخلفي، في الشرفات، في الحدائق الجماعية، في قطع الأراضي المتاحة بين الشوارع والبيوت؛ أشجار الفاكهة تزرع على جوانب الشوارع والطرق، أسماك المائدة تسبح في بحيرات المدن والمجاري المائية، الحيوانات الزراعية تربي بالمدن لإنتاج اللحم والبيض واللبن. والآن، ومع تزايد سكان المدن - بينما تختفي في الوقت نفسه المزارع وتفسد، وتتزايد إلى الحد الحرج التكاليف البيئية والمادية لتطوير مزارع جديدة - فإن هذا الجزء من نظام إنتاج الغذاء قد أصبح يستحق اهتماماً أكبر مما تعودناه. وما يشجعه برنامج التنمية التابع للأمم المتحدة، بل وهناك حتى بضع مدن - مثل جاكرتا بإندونيسيا ويونيس آيرس بالأرجنتين - توفر المعلومات والعون لمن يرغب من السكان في إنتاج غذائهم. لكن معظم المحليات تتجاهل هذا النشاط، أو تكبله بالقيود أو تُحرِّمه تماماً. سنقابل هنا وهناك الحاملين، من أمثال نانسي وجون تود بمعهد الخيمياء الجديدة بماساتشوستس، الذين يتضمن تصميم المدينة لديهم تحويل المخازن إلى إنتاج الغذاء - الدور الثالث للنخس، والثاني لزراعة الخضراوات زراعة مائية، والأول للدواجن والأسماك، والبديرون لعيش الغراب - بينما تُستخدم نظم الزراعة المائية الشمسية في تنمية الأسماك على الأرصفة في أنابيب بلاستيكية شفافة. وهذه الأفكار ليست وهمية تماماً، فقد اختبرت جميعاً بالمعهد. وقد

نَمَى الزوجان تود سمك البلطي والملور للاستهلاك الشخصي في أحواض بلاستيكية أنبوية الشكل بالساحة الخلفية لمنزلهما في كيب كود. جاءت كل أعمال الزوجين تود وأعمال معهد الخيمياء الجديدة عن التقاليد العضوية / الإيكولوجية، لكن هناك بحثاً آخرين يتفحصون وسائل مثل عيش الغراب المُهَنْدَس وراثياً، والفاكسينات ضد الأمراض التي قد تصيب الأسماك. والأغلب أن تأتي الزراعة المدنية في المستقبل -مثل ابنة عمها في الريف- في صور شتى.

المزرعة الصيدلية

قام بعضهم بصياغة هذا المصطلح ليصف ضرباً جديداً من الزراعة يعتمد على استخدام نباتات وحيوانات محورة وراثياً لإنتاج أدوية متخصصة للاستهلاك البشري: عزز يحمل لبنة "منشط بلازمينوجين الأنسجة" لعلاج النوبة القلبية، أغنام تصنع دواء لعلاج انتفاخ الرئة (الإمفرم)، بطاطس تحمل بروتينا من بروتينات دم الإنسان يستخدم في الجراحة.

والزراعة الصيدلية - مثل غيرها من أنماط الزراعة - تأتي في صورتين: المحاصيل النباتية، وحيوانات المزرعة.

ومن عجب أن يكون نبات التبغ - العدو اللدود لنشطاء الصحة - ملائماً تماماً للتطوع لإنتاج الدواء. درست نباتات عاتلة التبغ دراسة مستفيضة، وكانت المحصول الأثير لدى الكثير من الأبحاث المبكرة. يسوق الآن بأوروبا أول منتجات الزراعة الصيدلية - حجاب شمسي يتركز على الميلاتين البشري المنمى في نباتات التبغ - وهو ينتظر الموافقات الرسمية المعتادة بالولايات المتحدة. ولقد قام عدد ممن كتبوا عن موضوع الزراعة الصيدلية بإبراز الإمكانية العميقة - إن تكن محتملة جداً - في أن تصبح مزارع التبغ الذي يُنتج دواءً لمرطبان الرئة جزءاً من المستقبل الزراعي بأمريكا. كانت البطاطس التي تحمل ألبومين الدم (وهذا بروتين من بروتينات الدم يُستخدم في

الجراحة) من أول النباتات التي دخلت هذا المجال الجديد من الزراعة، ومعها أيضا كانت بذور اللفت التي تحمل مادة كيميائية تمنع الألم، تسمى إنكيفالين وتوجد طبيعيا في مخ الانسان.

تُخلَق معظم هذه النباتات المنتجة للعقاقير عن طريق الجمع بين تقنية الدنا المُطعَّم وتقنية التربية التقليدية للنبات: تُطعَّم الجينات داخل خلايا جنينية نباتية، ثم تزرع هذه حتى النضج، ويكرر تهجينها بنباتات شبيهة مُطعَّمة حتى أن نصل إلى خط جديد من المحصول. لكن شركة بيو سورس تكنولوجيا جينز في كاليفورنيا طلعت بمنهج جديد مشير. استخدمت الشركة التبغ كمصنع للأدوية، ولكن بدلاً من أن تطعَّم النبات بالجينات الجديدة، طعموا هذه الجينات في فيروس الطباقي للموزايكي الذي يصيب النبات. تولَّى الفيروس إذن مهمة إدخال الجين في النبات، ليدفع الخلايا إلى إنتاج البروتين الذي يشفر له الجين الجديد دون أن يُغَيِّر التركيب الوراثي للنبات. تحصد إذن أوراق التبغ وتطعمن، لتُستخلص منها، وتنقى، البروتينات (مثل إنترلوكين-٢). يُسمَّى الرئيسُ التنفيذي للشركة هذه التقنية باسم "العتاد الجيني" - يعني البرمجيات الوراثية - ويقول إنها تتطلب وقتاً أقصر وتنتج محصولاً أعلى من المدخل "العتيق" للدنا المطعَّم المصحوب بتربية النبات.

ثم هناك أيضا الحيوانات غير الجينية التي يصنعها نفس العلم الذي أعطانا السلالات الجديدة من فئران المعامل والخننازير الحاملة لبروتينات الوقاية البشرية. ستكون معظم هذه من حيوانات اللبن، الماعز والأبقار، التي تحلب لبنا يحمل الدواء.

وهذه تعبُّ بأن تصبح مصدراً رئيسياً جديداً للمنتجات الدوائية، ولها تضمينات هامة بالنسبة للدول النامية - ذلك أن رعاية قطيع الماعز غير الجينية ستكون أبسط وأرخص بكثير من إنشاء وتشغيل عمليات التخمر رفيعة التكنولوجيا اللازمة للحيل الحالي من الأدوية البيوتكنولوجية. منذ سنين قامت

جيتزايم - شركة البيوتكنولوجيا ماساتشوستس - بتطوير ماعز تنتج في لبنها مُنشط بلازمينوجين الأنسجة - ذلك البروتين الذي يعالج التوبات القلبية والذي أثار الكثير من الجدل. ولقد حصل هذا العقار على التدعيم بعد ما أجازته مصلحة الغذاء والدواء الأمريكية. الطلب على هذا العقار كبير، ولقد بلغ ثمن الجرعة مما تنتجه المصانع الأمريكية ٢٢٠٠ دولار. ستكون ثمة عقبات اقتصادية يلزم تخطيها قبل أن يصبح هذا نسقا عمليا للزراعة بالدول النامية: فمربي الماعز المنتظر يحتاج أولا إلى العنزة، وسيكون ثمنها عزيزا. من الواجب أن تحل القضايا المتعلقة بالبراءات حلا دوليا. لكن العقبات يمكن تخطيها. هذا نوع من البيوتكنولوجيا يحمل إمكانية حقيقية لتوليد مصادر جديدة للدخل لصغار المزارعين ورجال الأعمال.

ولقد تحرك الزراعة الصيدلية - أسرع بكثير من العلاج بالجينات ومن زراعة الأنسجة لإنتاج الغذاء - تحرك من لا مكان على الإطلاق لتدخل مجرى حياتنا جميعا. وأتوقع أن تصبح عنصراً مُميزاً نامياً من الزراعة العالمية قبل أن ينتهي هذا القرن.

ومع تكشف البيوتكنولوجيا الزراعية ستظهر بلا شك بعض المفاجآت الإيكولوجية والتغذوية الكريهة - فمن يعمل يقع في أخطاء - أما أخطر امتحان لعلم الزراعة الحديث فهو أن يفي بكل ما يعد به، دون الكثير من المشاكل. فإذا تمكن من ذلك فسيقود العالم إلى تغير مذهل.

الخامسون والرابعون

دعنا نفحص قطعة أخرى من التاريخ - قصة صبغة النيل - فقد تحكي لنا شيئا عن المستقبل، وعما قد يحدث إذا ما حققت الزراعة الحديثة الآمال المعقودة عليها.

مرَّ حين من الزمان كانت الثروات والامراطوريات تبنى فيه على صبغة النيلة. تؤخذ هذه الصبغة من شجيرات معينة تنتج مادة كيميائية عديمة اللون يمكن أن تتحول إلى صبغة زرقاء داكنة بمعاملة بسيطة من بيوتكنولوجيا عتيقة جدا - تقنية كانت معروفة منذ أيام ما قبل المسيح. ومع تطور صناعة النسيج الأوروبية خُصصت مزارع شاسعة بالمناطق المدارية لإنتاج النيلة - نحو ٢ مليون فدان في الهند. تمكن العلماء الألمان قرب بداية هذا القرن من معرفة التركيب الكيميائي للنيلة - وبذا غدا من الممكن تمثيله بالعمل - وبدأت المصانع في تصنيعه. وكانت النتيجة كارثة اقتصادية في الهند، ومولد صناعة جديدة هائلة في ألمانيا.

يتوقع رجال الاقتصاد الزراعي العارفون بما يجري في حقل البيوتكنولوجيا، أن تُعاد قصة النيلة بصورة عصرية. يحدث هذا الآن بالفعل عندما يختار المستهلك أو مُصنَّع الأغذية المُحَلِّيات الاصطناعية بديلاً عن السكر. والأغلب أن يحدث هذا المرة بعد المرة عندما تقن الدول الصناعية وسائل جديدة لإنتاج سلع كانت تستوردها - مثل الزيوت والمنكّهات والألياف، وأيضا المُحَلِّيات. قرأت دراسات السوق الأوروبية عن استخدام البيوتكنولوجيا في تحويل بعض الفائض الزراعي بأوروبا إلى مصدر للمغذيات الكيميائية، وهذا سيقفل الاعتماد على ما يستورد من البروكيمويات.

كيف سيؤثر هذا على الدول التي تعتمد الآن كثيرا على تصدير محاصيل معينة؟ ماذا سيحدث إذا ما وجد الزبائن طرقا جديدة لإنتاج نفس الشيء في دُوْلهم وبأسعار أرخص؟ تتباين النتائج هنا كثيرا حسب التفاوت في مدى الوصول إلى المعلومات وحسب القدرة على الاستجابة . من المحتمل جدا أن تتأثر بعض الدول تأثرا عتيقا إذا فقدت أسواق محاصيلها الرئيسية. ومن المحتمل أيضا أن تتوقع دول أخرى هذا التحول فتقوم - بالمزج الصحيح بين الموارد الوراثية والتكنولوجيا والنظام الاجتماعي - بتطوير مبدع لمحاصيل نقدية جديدة، ويرفع إنتاج الغذاء المحلي، بل وربما قامت حتى ببعض

الإصلاح الإيكولوجي لأراض تدهورت من عقود - أو ربما قرون - بسبب الزراعة الأحادية.

هذا مجال، للمعلوماتية فيه القدرة على إحداث آثار اقتصادية خطيرة، وبسرعة كبيرة. ففي وجود اقتصاد عالمي لعصر المعلومات يتقدم فيه البحث والتطوير بخطى سريعة، قد يصيب إنتاج الغذاء والألياف (والمستحضرات الصيدلانية) من التقلب والتحول مثل ما أصاب غيره من ضروب التصنيع والخدمات في الماضي القريب. فلقد تغير تغيراً جذرياً - وتغير ثانياً - بعض المناطق التي ارتبطت تقليدياً بمحاصيل معينة، مثلما تغيرت مناطق زراعة النيلة في الماضي ومثلما تغير مناطق زراعة السكر الآن. وعند حصول ذلك ستتحول قيمة بعض الموارد الطبيعية التي تدعم الآن الاقتصاد القومي، وستتحول أيضاً الأفكار حول المصالح القومية والأمن القومي.

في هذا النظام الكرضي الجديد لإنتاج الغذاء يتحول تسجيل البراءات وغيره من إجراءات حماية الملكية الفكرية، يتحول ليصبح قضايا شائكة. كان في استطاعة شركات البذور ومربي النباتات أن يمتنعوا بحماية، أشبه بتسجيل البراءات، تحت القوانين الوطنية والاتفاقيات الدولية، أما الآن فقد غدا من الممكن الحصول على حماية كاملة بتسجيل براءة النباتات والكائنات الدقيقة والحيوانات إذا استوفت معايير "الجددة، واللاوضوح، والنفع". ارتفع عدد طلبات تسجيل البراءات الزراعية ارتفاعاً هائلاً، وانخرط الملاحظون في جدل حامي الوطيس حول ما لهذا التسجيل وما عليه من وجهة النظر القانونية والأخلاقية. هل على مزارعي العالم الثالث أن يدفعوا لشركات البذور الأمريكية مقابلاً نظير استخدام سلالاتها المسجلة والتي نشأت أصلاً من نباتاتهم المحلية؟ هل الحماية التي تضيفها البراءة ستشجع البحوث بالشركات الصغيرة، أم ستفيد الشركات الكبرى وحدها؟ هل سيقوم الباحثون بالجامعات بتنظيم عملهم، وتسجيل البراءات نصب أعينهم، ليكون ذلك على حساب الأهمية العلمية؟ هل تسجيل البراءات (الذي يتطلب النشر) يشجع

الحركة الحرة للمعارف بين العلماء، أم أنه سيعرقلها؟ إلى أي مدى تسري حقوق براءات النبات، وإلى أي مدى يلزم أن تكون؟

مستقبل الزراعة

لو أصبح النظام العالمي لإنتاج الغذاء حقا أكثر قابلية للتغير مما كان عليه قبلا، فإن هذا سيدفع عجلة تحول الزراعة إلى المعلوماتية. لن يحتاج المزارع فقط إلى معلومات أكثر عن طريقة إنتاج المحاصيل، وإنما أيضا إلى معلومات عن الأسواق وعن العوامل الاجتماعية والإيكولوجية التي قد تؤثر في حاجات الناس وفي أولوياتهم. سيلزم أن يكون للمزارع - والمزارع الصيدلي - قادراً على الاستجابة لمثل هذه المعلومات، وسيلزم أن تُطوّر العلوم الزراعية رؤية كافية وبصورة للاستجابة إلى التغذية الإيكولوجية المرتلة. ربما كان في احتمالات تغير مناخ الكرة الأرضية أبسط الأمثلة وأكثرها درامية عن شيء سيجبرنا على ابتكارات جديدة واسعة المدى في الزراعة. لكن التحول الذي أصفه هنا، التحول إلى نظام إنتاج للغذاء أكثر مرونة، سريع الاستجابة، يركز على المعلومات، تعددي للغاية - ومربط كرضيا - هذا التحول سيحدث تحت أي مناخ.

الفصل التاسع

الصناعات اليوم معلوماتية

إن المنزلة الرفيعة للفيزيقا الرياضياتية كعلم العلوم، كقلبٍ للتقدم العلمي العام يُقنّدى به - مثلما كان الأمر منذ القرن السابع عشر - هذه المنزلة تمضي الآن إلى زوال. لقد أصبح المحور الجديد هو علوم الحياة، خطوط الدراسة التي تنشعب إلى الخارج من البيولوجيا، والكيمياء الجزيئية، والوراثة البيولوجية... تبدو هذه الخطوط الآن وهي تتشعب وتتوَلَّب نحو كل ركن من أركان الاتجاهات العلمية والفلسفية، مثلما فعلت فيزياء ديكارت ونيوتن.

- جورج شتاينر.

لعله قد اتضح الآن أن عصر اليوم معلومات قد جلب معه ثورة طبية - بل في الحق حشداً حقيقياً من الثورات الطبية - ولعله قد أصبح واضحاً أيضاً أن ثمة تحولاً خطيراً في الزراعة يجري الآن أيضاً. لقد كان هذا أمراً متوقعاً، لأن الطب والزراعة كليهما من الأنشطة البيولوجية أصلاً. أما الشيء الذي لا يزال محل شك كبير في المرحلة الحالية فهو المدى الذي سيلغيه التحول إلى اليوم معلوماتية في الميادين الأخرى، وفي الصناعة بخاصة. هل سنرى - كما توقع البعض - "تخصّراً للصناعة"، "ثورة صناعية ثانية" يتحول فيها الكثير من أنواع العمل المختلفة التي كانت تجري قبلاً بأدوات ميكانيكية وموارد معدنية، يتحول ليصبح بشكل أو بآخر متركزاً على البيوتكنولوجيات الجديدة؟ هل سنرى تحولاً من العتاد المعدني إلى العتاد الجيني؟

أعتقد أن هذا سيحدث. فإذا كانت علوم الحياة - كما كتب شتاينر - تحتل الآن دوراً جديداً بالنسبة لفكر الإنسان وتقدمه عموماً، فإن هذا سيتمتد

إلى أبعد بكثير من حدود الجامعات والمعامل. إنه يعني إعادة تشكيل أوسع لحضارة الانسان، تحولاً تقوده الثورة البيولوجية - أو بصورة أدق ثورة البيومعلومات، لأن التقاء العلوم البيولوجية بتكنولوجيا المعلومات/ الاتصالات قد شكّل الآن كيانا جديدا، لم يعد من الممكن فصله.

فإذا بدا هذا من قبيل الرجم بالغيب، فسأقول فوراً بأن ليس هناك من جديد في صناعة الأشياء من المواد الحيوانية والنباتية، وبأن الإنزيمات المنتجة بيوتكنولوجياً تستخدم بالفعل في أغراض صناعية عديدة، بل وأيضا في المنظفات المنزلية.

النباتات مصدر مهم للمواد الخام اللازمة لأنواع عديدة من المنتجات المصنّعة تجاريا: الصابون، المواد اللاصقة، الأحبار، المنظفات، الصبغات والألوان - منتجات مهمة لكنها لا تزال متواضعة مقارنة بغيرها من الموارد. أعلن معهد "الاعتماد على الذات" - وهذا مستودع فكري في مينيابوليس أجرى بحثاً مكثف في هذا الموضوع - أعلن أن هناك أقل من عشرة ملايين طن من المادة النباتية (غير الخشب) تستخدم في المنتجات الصناعية والانشائية بالولايات المتحدة، مقارنة بنحو ١٧٥ مليون طن من البترول والفحم، و ٣٠٠ مليون طن من المواد غير العضوية مثل الرمل والملح والحديد. على أن استعمال النباتات قد أخذ يتزايد بشبات في السنين الأخيرة.

يظهر الآن عدد يلفت النظر من العمليات البيوصناعية الجديدة، وهذه لا تكون دائما قفزات ثورية من الفيزياء إلى البيولوجيا - إنما تكون تكاملات عملية بين المواد العضوية والبيوتكنولوجيا، تكاملات أثبتت كفاءتها وقابليتها للتطبيق التجاري الناجح. وهذه حالة أخرى من حالات اختفاء الحدود. تحدثنا قبلا عن الحدود التي تتلاشى بين البيوتكنولوجيا والبيولوجيا التقليدية. وهنا نرى بعضا من استبدال العضوي بغير العضوي، ثم نلاحظ أيضا اندماج

ما هو بيولوجي بما هو غير بيولوجي. كما أننا نرى البيوتكنولوجيا أيضا - في مجال التنظيف البيولوجي - وهي تنظف مخلفات الصناعات الثقيلة.

التنظيف البيولوجي

كثيرا ما أشاهد في رحلاتي الروتينية حول منطقة خليج سان فرانسيسكو مواكب من سائقي السيارات وهم يحرون في إهمال غير مباني عادية الشكل تجري بها صناعة رائعة تسمى التنظيف البيولوجي. والتنظيف البيولوجي هو استعمال البكتريا في تنظيف المخلفات السامة. لا أحد يتبته إلى هذه المواقع. ربما تمهل بعض السائقين لو أن أحدهم وضع لافتة تقول "احذر. منطقة عمل ميكروبات".

في واحد من هذه المشاريع أقيم مركز للتسوق بموقع كان يُستغل قبلا كمركز قيادة شركة للنقل بالشاحنات. كانت أرض هذا المكان قد تشبعت بالزيت والبنزين والمواد المتسربة من مستودعات الوقود وفوضى عمليات الشحن، ووصلت هذه حتى الماء الأرضي. تم ذلك عبر عقود في زمن لم تكن قد ظهرت به أية قوانين بيئية تستحق.

تُلزم الحكومة الآن المستثمرين بأن ينظفوا مثل هذه المواقع قبل أن يقيموا فوقها أبنية جديدة. ثمة طريقة لإجراء ذلك هي أن ترفع كل التربة الملوثة وتُنقل إلى موقع إلقاء المخلفات السامة. والتنظيف البيولوجي وسيلة أخرى. حدث في موقع الشاحنات هذا أن قامت مؤسسة محلية، اسمها سيتو كلشتر، بضخ الماء الأرضي، ثم فصلت منه فيزيقيا ما أمكنها من الزيت، ثم عاجلت الماء ببكتريا آكلة للزيت إلى أن أصبح نظيفا صالحا للشرب. ثم أنها كَوَّمت التربة الملوثة، ولقحتها بالبكتريا والمواد الغذائية اللازمة لتنشجيع نموها، ثم غطتها وضخت بها الأكسجين حتى تمكنت البكتريا من تحليل الملوثات.

نشأ التنظيف البيولوجي عن دراسات تمت في الستينات وأوائل السبعينات، بدعم من مكتب بحوث البحرية الأمريكي. فقبل إنشاء وكالة وقاية البيئة كانت مهمة تنظيف البحار ملقاة على عاتق البحرية، إذ تتعامل مع بقع البترول المسكوب بعد أن اتضح أنه مشكلة بيئية كبرى. وفي عام ١٩٨٩ واجه التنظيف البيولوجي أكثر اختبار على طول بعض أجزاء من شواطئ ألاسكا كانت شركة إكسون فالديز قد لوثتها ببقع كبيرة من البترول المسكوب. ولقد كان الإجراء بسيطاً للغاية - قام العلماء والعاملون بوكالة حماية البيئة برش الشاطئ بمخصب يشجع نمو البكتريا المحلية - لكن النتائج كانت مثيرة، فوجهت اهتمام الوكالة إلى هذا المنهج.

أصبح التنظيف البيولوجي لمخلفات البترول الآن صناعة نامية حول العالم، وقد أثارت بشارت نجاحه تنقياً عالمياً عن البكتريا المحبة للملوثات التي يمكن تشغيلها في تنظيف البتروكيماويات وغيرها من المخلفات السامة. حملت بعض أوجه هذا التنقيب كل ما قد تتوقعه من الحنكة العلمية، بينما كان البعض الآخر غير مثير للخيال على الإطلاق. ولكي نقدم فكرة عن مدى اتساع مجال التنقيب إليك ما يلي: اكتشف باحثون بمعهد وودز هول لعلم المحيطات بكتريا تحلل النفطالين قرب منافذ المياه الدافئة على بعد ٦٠٠٠ قدم تحت سطح خليج المكسيك - بينما استزرع عالم آخر سلالة نافعة من البكتريا آكلة البترول من بقعة بترولية كشطها من ممر عربته الخاصة بمحيطته.

يتضمن الاستزراع عادةً التربية بالانتخاب - تنمية البكتريا في محاليل من المواد المطلوب التخلص منها، حتى يمكن استنباط سلالة ذات شهية لاستهلاك هذه الكيماويات بالذات. يقوم آخرون بتخليق سلالات بكتيرية عن طريق تكنولوجيا الدنا المصنوع؛ ولقد كان هذا هو ما قاد إلى حُكم شاكرابارتي التاريخي الخاص بتسجيل أول بكتيرة صُممت لتنظيف بقع البترول. كان ابتكار الدكتور شاكرابارتي نجاحاً قانونياً فقط، فلقد أثبت سابقاً لتسجيل براءة كائن حي، لكنه لم يُستخدم أبداً في الحقل، بل ورعاً لم يكن له أن

ينجح لو تم ذلك. على أن هناك خططاً تجري لمحاولة تجريب بكثيرة مُهندسة وراثيا هي سيلوموناس فلورسنس - قيل إنها تستطيع أن تلتهم كيماويات عديدة سامة من بينها النفطالين والأشراسين والفينانثرين - وذلك في تربة ملوثة بمعمل أوك ريدج القومي. وربما تحول استخدام مثل هذه البكتيرة ليصبح مصدراً لاحتجاجات عنيفة جديدة جماهيرية وإعلامية، تشبه ما ذكرناه بالفصل السابق عند إجراء أول اختبار حقلي لبكتيريا الثلج السالبة في كاليفورنيا.

لكننا سنجد بكتيريا طبيعية غير مُهندسة وراثيا تقوم بالعمل -لى مجال منهل حقا من الملوثات، ملوثات يصعب أن تتخيل أنها تصلح غذاء لأي كائن حي. عُزلت سلالة بكتيرية من رواسب نهر بوتوماك يمكنها أن تحول صورة قابلة للنوبان من اليورانيوم إلى صورة غير قابلة للنوبان - نعي أنه إذا ما مرر ماء ملوث باليورانيوم في مفاعل بيولوجي يحمل هذه الميكروبات، ترسبت جسيمات اليورانيوم واستقرت بالقاع، حيث يمكن جمعها. من بين المواد الأخرى التي يمكن تحليلها بالطرق البيولوجية هناك نثائي الفيناييل عديد الكلورة (وهذا ملوث رئيسي بالمدن)، ومخلفات السيليونيوم، والكثير من مييدات الآفات. كما قالها واحد من المشتغلين بالتنظيف البيولوجي: "هناك لكل شيء بكتيريا تأكله".

لا أستطيع أن أؤكد صحة هذه العبارة، لكني رأيت عرضاً مؤثراً في معمل، رأيت برميلا سبعة خمسون جالونا يمتليء بالبكتيريا في محلول من الماء والفينول. كان هذا الوعاء يذيع رائحة طيبة نفاذة. الفينول مادة كيماوية فعالة يستعملها مساعلو المعمل في تطهير أسطح الطاولات بمعاملهم، ويستعمله أخصائيو الجلد في تلك المراهم التي تزيل الطبقات الخارجية من جلدك. أنت تتوقع بالطبع أن يقتل الفينول البكتيريا - لكن هذا خطأ. كانت البكتيريا تأكل الفينول، تحيا عليه وتزدهر، وبذلك تزيله من الماء. ثم برميل آخر كان هناك يتصل بالأول بأنبوب، وكان يحمل ماء نقياً بلا رائحة - لقد

انتهى الفينول عمليا، وانتهت أيضا البكتريا بعد أن تخلصت من الفينول ولم تعد تجد شيئا تأكله.

والتنظيف البيولوجي ليس دائما هكنا ناجحا، ويندر أن يكون بسيطا. وهو لا يتم بأن تنثر في مرج البكتريا أو المواد الغذائية ثم تنتظر حتى ينظف كل شيء. تكون فعالية هذا التنظيف أكبر ما تكون إذا تحكمتنا في عدد من العوامل مثل درجة الحرارة وكمية الأكسجين. وهو حتى الآن تقنية فعالة فقط في نواحي محدودة، لم تستكشف بعد مجالات قوته وضعفه. ليس هناك من يدعى أنه الحل السحري لكل مشاكل التلوث بالعالم. لكنه صناعة معترف بها، تخطت الآن مرحلة التجريب، وتقدم مثالا جيدا لسبيل جديد لتطبيق البيولوجيا.

التعدين البيولوجي

يعتمد استعمال البكتريا في استخلاص المعادن من الركاك (مثل بعض صور التنظيف البيولوجي) على ما يحدث بين الميكروبات والمعادن من تفاعلات هي جزء من التنوع التطوري للأرض، المذهل أبدا. تستمد بعض ضروب الميكروبات الطاقة من المعادن - تتغذى عليها وتحيا عليها - لتغير المعادن إذ تفعل ذلك، وكثيرا ما تسهل هذه التغيرات الأمر لاستخلاص المعادن بكميات عملية. قد يبدو هذا تطبيقا للبيوتكنولوجيا غريبا ومستبعدا بعض الشيء - لكن تاريخه في الواقع طويل. كان الناس في منطقة البحر الأبيض، وقبل المسيح بألف عام، يستخلصون النحاس من الماء المنزوح من المناجم، ولقد استخدمت تقنية استخراج المعادن من الركاك بالماء في أوقات وأماكن متعددة. ولم يعرف العلماء إلا مؤخرا - عام ١٩٥٧ - أن البكتريا تلعب دورا رئيسيا في هذه العملية. ومثل شخصية مولير الشهيرة الذي أدرك ذات يوم أنه كان يتحدث النثر طوال حياته دون أن يدري، كذا فقد كان الناس يقومون بالتعدين البيولوجي دون أن يدركوا. أما الآن فإنهم يقومون بالعملية بتعمد، وبصورة

أكثر علمية: يُستخلص أكثر من ١٠٪ من إنتاج النحاس في أمريكا من الركاز عن طريق الكاثات الدقيقة.

والبكتريا التي تُستغل في عمليات التعدين البيولوجي هي تلك التي نجدها طبيعيا في الركاز الذي به تطورت. لكن الأغلب أن تؤدي قوى ثلاث إلى زيادة الاعتماد على البكتريا في التعدين: نضوب الركاز الممتاز، ارتفاع تكاليف الطاقة المطلوبة لعمليات التعدين، القاعدة المتنامية للمعلومات الوراثية. ومثلما رأينا في التنظيف البيولوجي، سيكون بعض عمال المناجم من الكاثات الدقيقة، بكتريا جُمعت (أو انتخبت بالتريبة) من السلالات الموجودة طبيعيا، بينما سيُخلَق البعض الآخر عن طريق الدنا المطعّم أو أي منهج آخر من مناهج التكنولوجيا الرفيعة. حدد العلماء هوية جينات في سلالة تحمل الزرنيخ. ولما كانت بعض عروق الذهب غنية في الزرنيخ، فقد تُقدّم هذه البكتريا حلاً بديلاً عن التقنيات المكلفة - والملوثة - التي تستخدم الآن في إزالة الزرنيخ.

المواد البيولوجية

بينما ينشغل بعض العلماء في البحث داخل مكتبة العالم للمعلومات الوراثية عن أدوية وأغذية، هناك غيرهم يبحثون عن طرق لصناعة مواد جديدة للاستخدام الصناعي. هل يمكن لجينات المحار أن تنتج مواد غروية تصلح تحت الماء؟ هل يمكن أن تستخدم الشفرة الوراثية للعنكبوت في صناعة بوليمر أقوى من الفولاذ خمس مرات أو عشر ويمكن أن يُشد إلى ٢٠٪ من طوله دون أن ينكسر؟ لم تقترب أي من هاتين العمليتين في الوقت الحالي من أن تصبح واقعا تجاريا، لكن أيا منهما ليست احتمالا يرفضه على الفور كل لبيب يعرف عن البيوتكنولوجيا.

تُمكن العلماء الآن من كلونة جينات لبروتين أو اثنين منهما يتألف خيط العنكبوت، ويقولون إن الأمر أمر وقت حتى يمكن تصنيعه، تقريبا بنفس

الطريقة التي يُصنع بها الإنسولين الآن. يتحدث أحد الاختصاصيين في كيمياء خيوط العنكبوت عن أوجه استخدامه فيقول إنه يعتقد أنه قد يصلح كخيوط ممتاز يستعمله الجراح فلا تنتج عنه ندوب، لأن شُمتكه يبلغ عُشر سمك الخيوط الحالية - أو قد يُستخدم في الأربطة والأوتار الاصطناعية - إما للاستبدال الكامل أو كمادة للترقق. يفكر الباحثون العسكريون في فائدته كحبال للباراشوت أو لصناعة سترات لا تنفذ الرصاص - أو ربما لربط الأشياء بمركبات الفضاء، بينما يتفكر غيرهم في استخدامه لصناعة أدوات متينة للرياضة، أو حتى كبديل للكابلات الفولاذية بالجسور المعلقة.

هذا عن المستقبل، أما الآن، فممكن الممكن تقنياً أن تُستخدم الكتلة الحيوية - وكذا تسمى المواد المصنوعة من النباتات والحيوانات - بديلاً عن الكيماويات المشتقة من البترول في مجال واسع من التطبيقات الصناعية. توصلت دراسة أجرتها وزارة الطاقة عام ١٩٩٤ إلى أنه من بين الخمسين من البتروكيماويات بالولايات المتحدة هناك تسع عشرة يمكن أن تستبدل بها مصادر الكتلة الحيوية إذا لزم الأمر. لا يتم استبدال هذه البتروكيماويات الآن لأن أدائها طيب واقتصادي. لكن هناك عدداً من العوامل قد يغير الصورة: زيادة سعر البترول أو تناقص تيسره، فتوحاً بحثية تجعل الكتلة الحيوية أكثر كفاءةً واقتصاديةً، تشريعات بيئية، ضغوطاً من مجاميع المستهلكين.

من بين أسخن التوقعات بالنسبة للمواد البيولوجية هناك البلاستيكات التي يمكن تحللها بيولوجياً، فالبلاستيكات المرتكزة على البترول مكروهة من قبل البيئيين. ينهمك عدد كبير من معامل البيوتكنولوجيا في البحث عن منتجات بوليمر صالحة تجارياً وتحلل في الوقت ذاته في البيئة.

هناك منتج يبدو أنه سيصيب نجاحاً تجارياً، هو: إيكو - بلا، وهذا بلاستيك تصنعه شركة كارجيل الأمريكية عن طريق تخمير الذرة لإنتاج حامض اللاكتيك. وحامض البولي لاكتيك - كما يسمى المنتج - كان

يصنع من زمان طويل، ويستخدم أساساً في المنتجات الجراحية مثل خيوط الجراحة التي تتحلل في جسم الانسان - لكن سعر الرطل منه يصل إلى مئات الدولارات. صمم علماء شركة كارجيل عملية جديدة مكّنت الشركة من تخفيض السعر إلى نحو دولار للرطل. ويتوقع المحللون أن ينتشر استعمال إيكو - بلا في إنتاج حاويات الوجبات السريعة وأكياس القمامة - وبالطبع أيضاً في تصنيع أطباق وأدوات طعام الرحلات. تدّعي الشركة أنه من الخطأ إصدار تدوير هذه المادة أو تحللها لتصبح سماداً، إذ تتحوّل إلى ماء وثاني أكسيد كربون ودبال - المادة المغذية بالتربة - وذلك في ظرف ٦٠ يوماً أو أقل. وهذا تقدم هائل يفوق كثيراً "البلاستيكات القابلة للتحلل بيولوجياً" التي ظهرت في ضجة عارمة في الثمانينات - فقد اتضح أن هذه الأخيرة لا تتحلل بالفعل بيولوجياً، إنما تنهار فقط إلى قطع ضئيلة جداً من البولي إثيلين - البلاستيك القديم بعينه. يمكن نظرياً أن ينتهي إيكو - بلا بالتحلل في التربة حقل للذرة يُستغل محصوله في نهاية الأمر في صناعة بلاستيك أكثر. يمكن تصنيع هذه المادة من عدد من الحبوب ومن البطاطس وبنجر السكر. لكن الشركة التي طوّرت عمله في مجال طحن الذرة، وتتوقع أن تقدم أكبر مساهمة لحاجة السوق من الذرة، ومنذ أن ظهر في السبعينات المحلّي الواسع الانتشار: مشروب الذرة عالي الفركتوز. (وهذا المشروب على الذّكر كان واحداً من المنتجات التي أسهمت في خفض قيمة بنجر السكر وقصب السكر).

توجد البلاستيكات - وهي أساساً بوليمرات، جزيئات طويلة ذات تتابعات متكررة - توجد بالطبيعة في صور شتى. اكتشف عالم المحاميل الفرنسي موريس لاموان عام ١٩٢٦ أن بعض البكتيريا تخزن فائض طاقتها في صورة بلاستيك لا دهن. ثم وجد من تلاه من الباحثين أكثر من تسعين نوعاً من البكتيريا تصنع البلاستيك. ثم شركة أوروبية تستعمل واحدة من هذه - ألكاليجينيز يوتروفس - لصناعة نوع آخر من البلاستيك القابل للتحلل بيولوجياً: البولي هيدروكسي بيوتيريت. وهذا منتج غالي السعر، لكنه يحترق

إيكولوجيا، ويستخدم في صناعة مفردات مثل زجاجات المشروبات الخفيفة ومقابض ماكينات الحلاقة التي تتخلص منها بعد الاستعمال. قام كريستوفر سومرفيل، الباحث في ستانفورد، مؤخراً، بتطعيم جين إنتاج البلاستيك من الكاليجينز يوتروفص في نبات من أقارب الخردل المعروف. نمت النباتات جيداً وأنتجت مادة تشبه البولي بروبيلين كثيراً - وهذا هو البلاستيك المستخدم في صناعة متوجات مثل أباريق اللبن التي تسع لترا. اشترت شركة مونسانتو الحقوق الأمريكية لهذه العملية، وهي تنوي معاولتها في نباتات لفت البذور. فإذا نجحت العملية - أي كان أدائها جيداً في الاختبارات الحقلية واجتازت العقبات المألوفة - فربما انتهت الشركة بمحصول جديد غريب المزارعي المستقبل - بجانب حاجيات الشمس ودواء نوبات القلب.

الطاقة البيولوجية

عبر القرون، كان الناس يحصلون على الضوء والحرارة من تشكيلة واسعة من المواد البيولوجية، بدءاً من روث الياك، إلى زيت الحوت، إلى خشب الحريق، لكن الثورة الصناعية وصلت إلى الوقود الحفري اللامتجدد: الفحم في البداية، ثم البترول فيما بعد. ومع تكشف ثورة البيومعلومات أصبح من الواضح أنه في الإمكان تطوير الكثير من مصادر الطاقة الجديدة التي تركز على البيولوجيا. كما اتضح أن هذا سيكون - في المستقبل المنظور - تنوعاً لمصادر الطاقة، وليس مجرد استبدال هادئ لوقود جديد بآخر قديم. ولقد نلحظ بسهولة اعتماداً متزايداً على الغاز الطبيعي في نفس الوقت الذي تدخل فيه السوق مصادر عضوية متجددة.

قفزت البرازيل في السبعينات قفزة شجاعة إلى عصر الوقود البيولوجي، لكنها لم تهبط تماماً على قدميها. في قلب أزمة البترول، عندما بدت احتمالات التنمية كئيباً بالنسبة للدول التي تحتاج إلى شراء بترولها من السوق العالمية، اتخذت الحكومة الوطنية قراراً عام ١٩٧٥ باستبدال الإيثانول

بالبنزين. تفتقر البرازيل إلى مخزون معروف من البترول، لكنها تتميز بأراض شاسعة، وشمس ساطعة، وفلاحين يعرفون كيف يزرعون قصب السكر ويحولونه إلى كحول. في أقل من عقد من السنين كان بالدولة ٤٠٠ مصنع، نصفها متصل بمعامل تكرير السكر، وبلغ انتاجها في العام من الكحول تسعة ملايين طن. وفرت البرازيل الملايين بتخفيض استيراد البترول، وأطلق عليها الناس اسم "الدولة التي لا تتحرك عرباتها إلا بالخمرا".

كانت المشكلة هي أن الإيثانول ليس بالوقود النظيف الاحترق - على الأقل في العربات التي كانت تستعمل آنذاك. يُطلق الاحتراق مقادير كبيرة من الألدهيدات، الأبخرة اللطيفة التي تفوح رائحتها غير المقبولة في الشوارع الحارة المزدحمة بالمدن الكبيرة. ثم كان أداؤه الاقتصادي أيضا غريبا للآمال. دعمت الحكومة بشدة عملية التحويل - تقول بعض التقديرات أن قيمة الدعم قد بلغت في بعض السنين ما يعادل ميزانية الجيش، في زمان كانت البرازيل فيه كريمة مع الجنرالات - وقد لعب دوراً فيما أصاب الميزانية من عجز هائل. ثم إن انخفاض سعر البترول بالسوق العالمي قد فاقم الوضع هو الآخر.

دفعت البرازيل والبرازيليون ثمنها غاليا في هذه المغامرة الرائلة. سمَّها خيرة معرفة. لم تكن فشلا كاملا؛ فهي على الأقل قد خفضت ما يحمله هواء المدن الكرمي من الرصاص، وأول أكسيد الكربون، وغير هذا من الملوثات الرقيقة الرائحة. ولقد تحسنت التكنولوجيا مع الزمن. تجري الآن في الكثر من أنحاء العالم سيارات بو قود بيولوجي - إيثانول أو ميثانول - ناتج عن محاصيل كالبطاطا و(بالولايات المتحدة) الذرة. وهناك مصنع استرشادي باليابان ينتج الكحول من خلايا الخميرة. كما يحاول بحاث آخرون الوصول إلى وسائل أفضل لمعالجة السليلوز الخشبي - المكون الأساسي لمخلفات نشارة الخشب والقش وقشر الذرة وسيقان الذرة ولب البنجر.

وقد يتضح أن هذا هو أحد أكثر تطبيقات بحوث البيوتكنولوجيا وعداً بالنسبة للنمو الاقتصادي في بعض الدول النامية، لأن السليلوز الخشبي هو أكثر المواد العضوية انتشاراً بالعالم وأرخصها وأوفرها. وقد تؤدي الوسائل الأفضل لمعالجة الكتلة الحيوية، إلى مصانع على مستوى القرية تستخدم مواد رخيصة لإنتاج ما شئت من المواد الكيماوية النافعة - من الوقود إلى المحاصيل المغذية للتصنيع.

هناك مؤمن آخر بمستقبل الطاقة البيولوجية، هو وزارة التجارة العالمية والصناعة، للحكومة اليابانية. تمول هذه الوزارة منذ ستينين بحوثاً لإنتاج الإيثانول عن طريق البيوتكنولوجيا - والإيثانول هو أنظف وقود احتراقاً، الوقود الذي يعتقد الكثيرون أنه أفضل أمل للطاقة بالقرن القادم. والطريقة الحالية لصناعة الإيثانول هي فصله من الماء - وهذه عملية مكلفة وصعبة تستهلك قلوياً كبيراً من الكهرباء. لكن العديد من الميكروبات ومن الطحالب البحرية ينتج الإيثانول طبيعياً. ويأمل باحثو الوزارة أن يجلوا سلالات - أو أن يخلقوا سلالات - يمكنها أن تفعل ذلك إنما بكميات تجارية.

نحو الكمبيوتر البيولوجي

لا يزال الكمبيوتر - تلك الآلة الرائعة التي تبدو قادرة على إعادة كتابة الكثير من قوانين الحياة - لا يزال مجرد شيء يصنع بالمصانع من مواد مألوفة من العصر الصناعي: بلاستيكات تتركز على البترول، معادن، سليكون. إنه طفل العصر الصناعي، حتى وإن كان قد تحول ليمسك بزمام الأمور ويغير مجرى الرواية - مثلما فعل بعض أبناء أحد ملوك شكسبير التعماء. لقد سيطر الكمبيوتر، وحول الكثير من الأشياء تحولاً جذرياً، بل لقد حول صناعة الكمبيوتر ذاتها، والبيولوجيا أيضاً، كما قد رأينا. قادت الثورة الصناعية إلى

ثورة الكمبيوتر، التي قادت بدورها إلى الثورة البيولوجية. ويبدو الآن محتملاً أن تستدير البيوتكنولوجيا فتحول الكمبيوتر.

قمت وأنا في اليابان بزيارة إيزابو كاروي - الذي عُرف باسم "والد المُستشعر البيولوجي". أهداني الوحدة الأساسية لهذا المستشعر - جهاز صغير لا يزيد كثيراً عن خلالة تسليك الاسنان - ولا زلت احتفظ بها على رف مكتبي، تذكراً للماضي ودليلاً إلى المستقبل. في نحو ذلك الوقت - عام ١٩٨٧ - بدأ عدد من الصحفيين المغامرين ينشرون مقالات عن احتمال صناعة "الرقاقة البيولوجية" - الكمبيوتر البيولوجي. تصورتُ أن الفكرة حالة بعض الشيء. لكن كاروي أخذها مأخذ الجد، كان يعتقد أن العمل الذي يقوم به قد يسهم في المضي في هذا الاتجاه.

يمزج المستشعر البيولوجي المادة العضوية بعنصر إلكتروني. فإذا وُضع في محلول - في عينة دم إنسان مثلاً - أنتج التفاعل الكيماوي إشارة كهربائية توفر قياساً مضبوطاً لمادة معينة قد تكون موجودة. (يمكن لهذا المستشعر في الوقت الحالي أن يقيس مادة واحدة، وسيأتي المستشعر المتعدد فيما بعد).

كان هناك باليابان بالفعل أكثر من عشر شركات تصنع المستشعرات البيولوجية، وكانت تستعمل حتى في أماكن مبتذلة مثل أسواق السمك ومصانع البيرة. يمكن للمستشعر البيولوجي أن يخبر طزاجة سمكة نيئة أو يراقب دفعة من البيرة أو الساكي أو صلصة الصويا. تستعمل المستشعرات البيولوجية في أمريكا لكشف آثار المخدرات في عينات الدم أو البول، ولها لا شك مستقبل واعد في تطبيقات الطب. لقد أصبحت مجاًلاً موطداً في الإلكترونيات البيولوجية، ويبدو أن التقدم نحو الكمبيوتر البيولوجي قد أصبح الآن واقعياً ومحتملاً.

وحتى عهد قريب جداً كانت أكثر طرق البحث وعداً تُضَي في اتجاه تكون فيه العناصر النشطة في الدوائر الكهربائية هي الجزيئات البيولوجية -

البروتينات المُهندَسة. ربما لا يؤدي هذا إلى كمبيوتر جزئى بيولوجى خالص، وكما يقول روبرت بيرج - أحد كبار قادة هذا المجال من جامعة سيراكوز-: "إن الأغلب، في المستقبل القريب على الأقل، أن تستخدم التكنولوجيا المحيطة، وفيها تمزج الجزئيات بأشباه الموصلات. ومثل هذا النهج سيهيء كمبيوتراً حجمه يبلغ ١٥/١ من حجم الكمبيوتر الحالي، وسرعته مائة ضعف السرعة الحالية".

تظل عناصر الكمبيوتر المصنوعة من البروتينات المُهندَسة أملاً جذاباً، لكن البروتينات توارت توارت بعض الشيء في الفطن في أواخر عام ١٩٩٤ عندما نشر الدكتور ليونارد آلمان، منظر الكمبيوتر بجامعة جنوب كاليفورنيا، مقالاً رائعاً بمجلة "ساينس"، وفيه: (أ) اقترح مدخلاً مختلفاً تماماً إلى قضية الكمبيوتر. (ب) أعلن أنه قد نجح بالفعل في إجراء حسابات معقدة - في أنبوبة الاختبار. كانت المادة التي استخدمها هي نظام الطبيعة ذاتها للمعلومات: الدنا بعينه.

أما ما فعله فهو أنه وضع مشكلة رياضية باصطناع جزئيات دنا خاصة، ثم عالج المعلومات من خلال التفاعلات الكيميائية التي تحدث عن مزج الجزئيات سوياً. كانت المشكلة مشكلةً كلاسيكيةً طالما سببت الصداق للرياضيين، وهي البحث عن طريق يربط سبع مدن بينها أربعة عشر شارعاً لا أكثر لكل منها اتجاه واحد. هذه واحدة من مجموعة من مشاكل لا حل لها بسيطاً على الإطلاق، ولا تُحل إلا بتحريب كل الاحتمالات الممكنة.

وصف آلمان في بحثه الطريقة التي قام بها الدنا لحل المشكلة، ووصف ما يدير العقل من إمكانيات نظام للحساب يرتكز على الدنا: نظام يستطيع أن يجري أكثر من ترليون عملية في الثانية (أسرع ألف مرة من أفضل الكمبيوترات الفائقة)، نظام أفضل بليون مرة في استهلاك الطاقة، نظام قادر على تخزين كميات هائلة من البيانات. لا عجب إذن أن يُشَوَّر بحثه انفجاراً من الاهتمام بالحساب البيولوجي: أعلن على شبكة الإنترنت عن اجتماع عن

كمبيوترات الدنا، ليندفع نحو ٢٠٠ من المتحمسين، من علماء الكمبيوتر والبيولوجيين وغيرهم، إلى قاعة في بيرنستون لمناقشة هذا الموضوع الجديد.

كان ما أجمع عليه الحاضرون في هذه المرحلة - المبكرة جدا - من مراحل الحساب بالدنا، هو أن لهذا الحساب قدراتٍ مذهلة، وأن له بالطبع ما تشاء من العقد المحتملة والمزالق. والأغلب أن يُستعمل الدنا لا كبديل للكمبيوترات التقليدية وإنما ككمبيوترات هجينة، أو كوحداتٍ لتخزين المعلومات، أو ربما في ضروب معينة من الحسابات الضخمة. لكن يبدو أن الحساب بالدنا، أيا كان شأن مستقبله، قد وصلنا كمفاجأة تامة. يقول أحد علماء الكمبيوتر: "لقد بدأتُ مسارب الفيزياء تفتح. لم أر في حياتي ميدانا يتحرك بمثل هذه السرعة". ويقول آخر: "لقد غدا الآن صناعة". ويقول غيره بعد أن ذكر عددا من العقبات التقنية: "إذا قلت لي، هاك عشرة ملايين دولار، وأمامك سنة لتبني كمبيوتر فائقا سريعا جدا، فرما تحدثت مع أصدقائي في كربي"، ثم أضاف: "أما لو قلت لي هاك العشرة ملايين، وأمهلتني خمس سنوات، فرما فكرتُ في الدنا".

التقاريات البيولوجية

قمنا في الفصول السابقة بمسح التقدم البيوتكنولوجي والإمكانيات في ميادين ثلاثة: الطب والزراعة والصناعة، وتفحصنا بعضا قليلا من الخطوط البحثية التي تحمل ما يشير بأن تصبح جزءا من المستقبل - العلاج بالجينات مثلا، وزراعة الأنسجة، والمواد البيولوجية. وأنا لست عالما، ولا أنا من العرافين، ومن ثم فأنا لا أعرف ما سيصيب منها وما سينخب. ومن المحتمل جدا عند قراءتك لهذا الكتاب أن تكون بعض المشاريع قد نجحت، وأن يكون البعض الآخر قد فشل - ومن المحتمل أيضا أن تكون مفاجآت أخرى قد ظهرت بمعمل أحدهم (مثل كمبيوتر الدنا). ولكن، على الرغم من أن التفاصيل ملتبسة إلى حد رهيب، فإن الخط العام للتطوير ليس كذلك: في

الطلب تجري ثورات، ومثلها في إعادة ابتكار الزراعة، وستظل الثورات بهما تجري.

لكن الصورة تبدو أقل وضوحا بالنسبة للصناعة. لنا أن نتوقع تناقصا في تمسك العالم بالموارد المعدنية وبرأس المال، يصبح احترام متنامٍ لقيمة الموارد الوراثية والمعلومات وسرعة تبليها، احترام يمكننا من الاستفادة منها. وقد تستمر هذه العمليات بنفس معدل التقدم المتواضع الحالي، وقد يتخذ واحد من خطوط النشاط هذه - أو عدد منها - قفزة مفاجئة إلى الأمام - وللتغير التكنولوجي طريقته في ذلك - لياغتنا جميعا.

تتوقف سرعة التقدم في تخضير الصناعة - تحت معدل التغير الحالي - على الطريقة التي يتعامل بها الناس مع نوعية من المعلومات: الاقتصادي والإيكولوجي. فحتى عهد قريب جدا، كان للحسابات الاقتصادية أن تسيطر تماما على أي حوار حول المداخل الجديدة للصناعة. كانت العملة السائدة في العصر الصناعي هي العقلانية الاقتصادية. فإذا تساءلنا عن مستقبل المواد البيولوجية مثلا فسيكون الرد المعقول والنهائي هو: كيف سيكون وضعها التنافسي في السوق. لكننا مجبرون الآن على التفكير أيضا في عواقبها الإيكولوجية أو في الآثار الإيكولوجية للمواد التي ستستبدل بها، كالبلاستيك. المعايير الاقتصادية بالقطع لم تغيّب بعد، لكنها أصبحت الآن جانباً من حوار أكثر تعقيدا.

ففي موضوع الطاقة البيولوجية مثلا، سنجد بعض الخبراء متحمسين لأشجار الحور الأمريكي الأسود كمصدر للطاقة في المستقبل. تنمو هذه الأشجار بسرعة، ويمكن أن تُحوّل إلى ميثانول - وهذه صورة من الكحول تصلح لتشغيل محركات العربات الحالية. يمكن أن تستغل الشجرة في الزراعة الوقود - بل وربما أيضا بأسعار تنافسية، ومن ثم فهي تحتاز الاختبار الاقتصادي. لكن السبب الحقيقي في التحمس لها هو أن نظام إنتاج الوقود

من الكتلة الحيوية لهذه الشجرة سيكون (تقريباً) عاكساً بالنسبة للكربون؛ نعني أن الأشجار النامية ستأخذ من الجو كربوناً بقدر ما ستنبت عند احتراقها وقوداً، وبالتالي فلن تكون ثمة زيادة في غازات الصوبة. هذه الحسابات لم تركز فقط على معرفة أداء الوقود في نظام اقتصادي، إنما أيضاً على أدائه في نظام إيكولوجي - الكرة الأرضية.

وهذا النوع من التفكير يحتاج إلى ضروب عديدة من المعلومات لا زالت جديدة حتى بالنسبة لنا: صورة عامة للعالم كمحيط حيوي، اسقاطات حول التغير المحتمل في المناخ في المستقبل. حسابات عكسة للتبادلات المتوازنة للكربون مع الغلاف الجوي. وهذه الضروب من المعلومات نجد طرقها أكثر وأكثر إلى الحوار العام - برغم ما قد يعتورها من قصور، وبرغم ما قد يشور حولها من خلافات. إننا نحيا في عالم مختلف، في مجتمع كرضي بيومعلوماتي، عالم لا يعرض فقط تغيراً تكنولوجياً، وإنما أيضاً تفهماً متغيراً لنوع العالم الذي نساكنه ولكيفية عمله. إنه عالم يُسيّر - يعطينا على الدوام تغذية مرتدة عن حالة النظم الإيكولوجية، وقدرةً على التأثير فيها.

الجزء الرابع

الحياة المتغيرة لكوكب الأرض

الفصل العاشر

التوجيه البشري للنظم البيولوجية الطبيعية

سواء أكنّا نتأملُ فُرْناً كهربائياً بسيطاً، أو سلسلةً من التاجِر يراقبها كمبيوتر، أو قطعةً نائمة، أو نظاماً إيكولوجياً، أو جايا ذاتها، فطالما كُنّا نتأمل شيئاً يمكن أن يتكَيَّف، قادراً على أن يجمع المعلومات وعلى أن يخزن الخبرة والمعرفة، إذن فستكون دراسته هي أمر سيرنطيقا، أما ما يُدرّس فيمكن أن يسمى "نظاماً".

— جيمس لفلوك.

ندير نحن البشر بالفعل شئون كوكب الأرض بأكمله، كلُّ سستيمتر مربع منه، الآن، أما أن نتوهم أننا لا نديره، أنَّ أيّا منا يمكنه أن يُغفَى من هذه المهمة، فهذا أمر جلد خطر.

بيتر رافن.

نوقشت على نحو واسع نظريةُ جايا التي قدمها جيمس لفلوك ولين مارجوليس - فكرة أن المحيط الحيوي كيان ذاتي التنظيم له آلياتُ تغذية مرتدة تجعله صالحاً للحياة بالتحكم في البيئة الكيماوية والفيزيائية، وأصبحت النظرية جزءاً من الثقافة العالمية يكاد يعادل في أهميته الصورة الفوتوغرافية لكوكب الأرض. كلا، لم تناقش فقط على نحو واسع، وإنما سُرِّفت أيضاً على نحو واسع: حرفها المناصرون لكلا الاتجاهين المتعارضين في الجدل البيئي الدائر حالياً.

رأى أنصار مفهوم "ولا يهلك" أنها تعني أنه لا يهم حقاً أن تلوّث البيئة، لأن جايا الطبيعة المعجوز ستتنظف كل شيء، وحوّلها المتطرفون الخُضر إلى ضروب من الروحانية البيئية، واستخدموا الصورة الأسطورية لجايا لدق إسفين بين الكوكب وبين من يحيا عليه من البشر: جايا تصبح الإلهة الحكيمة التي تحفظ كل شيء بهيحا للطيور والحيوانات، أما البشر فيتخذون دور المفسدين الأشرار، ليس لأعمالهم إلا أن تُعَد جايا عن أداء مهمتها. والحق أن أيا من الصيغتين ليست آمنة بالنسبة للنظرية الأصلية - والمهم، هنا، أن أيا منهما لا تمثل بدقة الطريقة التي بها يعمل العالم الآن. فنحن لا نستطيع أن نتحمس لما نذيعه من فوضى، كما أننا لا نستطيع أن نعزل فعل البشر عن معادلة تنظيم المحيط الحيوي.

يلعب البشر الآن دوراً رئيسياً في إدارة نظم العالم الطبيعية - الهواء، المحيطات، النظم الإيكولوجية لليابسة، عشائر الحياة البرية، بل وحتى المستودع الجيني الكرضي. وعلاوة على ذلك فإن مثل هذه الإدارة ليست على وشك التوقف أو حتى التقلص، بغض النظر عما نسمعه من مواعظ تحضنا على أن نُحسِن إلى البيئة. والواقع أن المعدلات الحالية للنمو السكاني والتقدم التكنولوجي تؤكد أن دورنا سيتزايد.

كان العالم ذات يوم بالفعل نظاماً غير بشري من نظم إيكولوجية، نظم مناخية، نظم جيولوجية، وكان من الوجهة هذه يشبه جنة الطهرين الجايابين. لكن مجرى التطور قد حوّر تلك النظم بطرق شتى إذ بدأ الناس الهجرة وصيد الحيوان والأسماك والزراعة والري والتجارة والحريق والبناء والتعدين والابتكار. وقد يكون من التبسيط المخل حتى أن نقول إن للناس أثراً على البيئة. العبارة صحيحة تماماً، لكنها لا تعطي صورة كافية عن الطريقة التي يعمل بها العالم، عن الطريقة التي يتطور بها التطور، وعن مدى انغماسنا في أنشطة جايا.

لم يغير البشر فقط النظم المختلفة لكوكب الأرض، وإنما خلقوا أيضاً نظاماً جديدة تماماً. والمزارع -النظم الإيكولوجية الزراعية- هي مثال للنظم التي ابتكرها الإنسان. والمدن مثال آخر. ولدينا أيضاً نظم النقل، نظم توزيع المياه، النظم الاقتصادية مثل الأسواق المحلية والعالمية، ونظم المعلومات مثل الأقمار الصناعية والإنترنت. ولقد أصبحت هذه جميعاً متصلة بنظم أخرى بشرية وغير بشرية. يربط نظام المياه الهائل في كاليفورنيا، المدينة التي أسكن بها (ومنزلي، وجسمي، ونباتات حديقتي، وحيواناتي الأليفة) بحبال مكسوة بالثلج بعيدة. وهو يربط أيضاً هذه الجبال بمزارع بمقاطعة فريستو وبمجمعات السباحة في بيفرلي هيلز. تتغير النظم لماً ترتبط، تصبح نظاماً مختلفة بطرق عديدة. كان من بين أهم التغيرات سقوط الحدود بين النظم البشرية والنظم غير البشرية. والوسيلة الوحيدة التي تمكن من فكرة واضحة حقاً عن مثل هذه الحدود هي أن تبقى جاهلاً بما يجري. ولقد أصبح هذا أمراً صعباً، لأن الكثير مما نبتكره من نظم هو نظم معلومات تحكي لنا عما يجري.

هذه المعلومات دائماً علاقة بالسلطة. إنها تخبرنا بالقرارات التي اتخذت في الماضي، وبما كان لها من آثار، وتجهزنا لاتخاذ قرارات أخرى لها نتائج إيكولوجية/ بيولوجية أبعد: هل تروى المسطح الأخضر أم تترك النجيل يموت، هل تصوت في صف إنشاء الحديقة العامة أم ضده، هل تريد الإنجاب أم ستلجأ إلى حبوب منع الحمل. كل واحد من هذه القرارات هو جزء من الطريقة التي يعمل بها العالم - من أصغر الخيارات يقوم بها فلاح بحرث حقله، إلى أخطر الخيارات المتعلقة بالكرة الأرضية يقرها مؤتمر دولي بشأن غازات الصوبة. أيا كان ما تفعله جايًا - على نحو سيء أو على نحو طيب - فهي تفعله بمساعدة الإنسان. المجتمع البيومعلوماتي مجتمع كرضي، وهو منشغل في حمية يدير شئون الكرة الأرضية، وهو - باللمعة - يعرف ذلك!

أنا لا أقول إن هذه المعارف - نعتي الإدراك العام بالطريقة التي بها أصبحت الخيارات البشرية جزءاً متكاملًا في نسيج المحيط الحيوي وأسلوب

عمله وتطوره - إنها قد بلغت الآن مرحلة الوضوح الكامل أو الحكمة. إننا دائما لا نعرف ماذا نعرف. يصعب الآن حقا أن نبقي جاهلين بالحقيقة الأساسية التي تقول إن للنظم البشرية آثارها الإيكولوجية/ البيولوجية على مستوى العالم. لقد أصبحت النظم البشرية الآن جزءاً من آلية توجيه المحيط الحيوي بأسره.

وعندما نتحدث عن التوجيه، فمن المفيد أن نتذكر أن توجيه النظم الكبيرة لا يمكن أبداً أن يكون هو التحكم الكامل - ولا حتى تحت النظم الشمولية التي حاولت كثيراً أن تجعله هكذا. يلعب البشر دور التوجيه بالنسبة للنظم الإيكولوجية غير البشرية، لكننا نظل في جهل مطبق - عاجزين عن الفعل - أمام الكثير من تفاصيل طريقة عمل المحيط الحيوي. إنه نظام هائل معقد لا يمكن أن نعرف أدائه تماماً، أو أن ننظمه أو نتنبأ به أو نحدد مساره. التوجيه ليس تحكمًا بقدر ما هو تطبيق للتغذية المرتدة التي تؤثر في طريقة عمل نظام ما. أشار نوربرت فينر - الرياضي الذي جعل السيرنطيقا في متناول الجمهور في الأربعينات - أشار إلى أن المعلومات في صيغة التغذية المرتدة تعمل باستمرار في نشاطات النظم الميكانيكية والنظم البيولوجية، ولقد يقول: مد ذراعك لتلتقط قلماً. أنت هنا لا تقوم بتوجيه فعل عضلي واحد، وإنما تحرك عملية ستنظمها التغذية المرتدة - عادة في صورة معلومات بصرية تستخدمها لإصلاح مسلك ذراعك وهو يؤدي العملية. ولقد أشار أيضاً إلى أن هناك ما تشاء من التغذية المرتدة المعية، وإخفاقات الاتصال، وغير ذلك من الحوادث المؤسفة، هناك منها ما قد يجعل الأنظمة السييرية فوق التحكم، أو تحت التحكم، أو ما قد يجعلها تتخذ اتجاهات خاطئة. نحن نلاحظ أن الأفعال البشرية تقود الآن مجرى التطور بالنسبة للكثير من أنواع الكائنات، وبمعنى ما أيضاً بالنسبة لكوكب الأرض ذاته، لكننا سنجد أنه حتى النظم الاصطناعية الصغيرة - كالخديقة الصغيرة في الفناء الخلفي لثرتي - ليست تماماً تحت تحكم الإنسان.

يا له من موقف دقيق ذلك الذى يقف الانسان فيه الآن. ولقد نقترح أنه ربما كان علينا أن نتجنب التوجيه حتى تتمكن من تفهم أكمل له. لكن الناس فى كل مكان يوجهون النظم الإيكولوجية بالفعل - أو إن شئت، إن النظم الإيكولوجية فى كل مكان تخضع لتوجيه النظم البشرية. فليست هناك، على سبيل المثال، عشيرة برية فى أى مكان على ظهر الأرض لا تقع تحت طائلة صانع قرار بشرى - يدبر أمرها مباشرة، كما هو الحال بالنسبة للعشائر الصغيرة من الأنواع المهددة بالانقراض، أو تؤثر فيها الروافد المتنوعة للحضارة البشرية عن طريق غير مباشر.

إدارة الحياة البرية والحياة شبه البرية

قد لا يبدو أن ثمة علاقة تربط كلمة "إدارة" بكلمة "الحياة البرية"، لكن الحقيقة تقول إن إدارة الحياة البرية علم موطن ومهنة - بل وتزايدت الأهمية؛ فكل عشائر الحياة البرية هي الآن أجزاء من مجتمع اليومعلومات الكرضي: نخر كاتها تُدرس، أعدادها تُرصد وتُغذى بها بنوك المعلومات، جيناتها تُخَرَّطَن وتُسَلَّمَل، مصائرُها التطورية تتجادل بشأنها بمجاميع متنافسة من العلماء والبيئيين والتنمويين وملاك الأرض والموظفين العموميين. ربما يتضح تحول الحياة البرية إلى المعلوماتية كأوضح ما يكون فى حالة قطعان الفيلة يقتفى القمُر الصناعي آثارها، وتراقب على شاشات الكمبيوتر فى مدينة نيويورك - لكن بيولوجيا الحياة البرية، وبطرق أخرى كثيرة، تتقارب مع التطويرات الجديدة فى تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

ثمة تغير سريع يعتري معنى إدارة الحياة البرية بأكمله، والهدف منها. كانت فى الماضى تختص فى معظمها بالحفاظ على سلامة الحيوانات وصحتها حتى يمكن للرياضيين اصطليادها. فحتى عهد قريب كان من الممكن أن يُستبدل بمصطلح "الحياة البرية" مصطلح "حيوانات الصيد". كانت عميات الحياة البرية هي الغابات الخصوصية للملوك والنبلاء والمليونيرات، وكانت المهمة

الأولى لحراس غابات الصيد هي حماية الحيوانات من الصائدين الدخلاء - أى من الفقراء - الذين يريدون صيد الحيوانات لأكلها، لا لما فيه من لهو أرسقراطى خالص. ولا تزال أقسام الأسماك والحياة البرية هي التى تقوم بالقدر الأكبر من رعاية الحياة البرية. وكثيراً ما يكون هذا موضع خلاف بعد أن اكتسبت الأخلاقيات الجديدة لإدارة الحياة البرية قلوب الناس وعقولهم - أخلاقهم مبنية على فكرة أن الحيوان يستحق الحماية لأن الله (أو جايا) قد حباه القيمة - وستصبح هذه على الأغلب جزءاً من نظام القيم لكل من يقوم بالإدارة.

تضمنت إدارة الحياة البرية فى تطبيقها، بجانب حماية الأنواع المحلية، إدخال أنواع جديدة. فلقد يستورد الملوك فى الأزمنة القديمة أنواعاً جديدة من الحيوانات البرية، أو يرسلون ما بين الحين والحين بضعة أزواج منها كهدايا ملكية. ولقد أصبحت بعض الحيوانات - كالفران - مألوفة فى مناطق بعيدة عن موطنها الأصلي لأن البعض يهوى صيدها. انحراف دارونى عجيب: البقاء لأفضل ما يمكن صيده بالبنقشة! ولا يزال إدخال عشائر جديدة يشكل جانباً شائعاً من إدارة الحياة البرية - والأغلب أن يكون هذا الآن محل خلاف، لكثرة من أصبح لهم دخل فى الموضوع.

ومن أمثلة هذا عملية نقل آيل الشمال، ذلك المشروع الكندى الأمريكى الذى تم فى أواسط الثمانينات لتأسيس قطع فى شمال ميتشجان. وهذا الأيل ليس بالضبط غريباً على ميتشجان - فقد كان نطاق رعيه الطبيعى فى الماضى يمتد حتى جنوب كارولينا - لكنه انقرض هناك منذ أكثر من قرن. منذ بضع سنين لاحظ واحد من علماء الحياة البرية أن الحياة قد بدأت فى غابات شبه الجزيرة العليا للولاية بعد أن قُطع الكثير من أشجارها أخشاباً، فاقترح مشروعاً لإعادتها إلى ما كانت عليه. عَرَضَ المسئولون الكنديون توفير قطع البدء من الغابات البرية بمقاطعة ألجونكين بأونتاريو، على مبعدة ستمائة ميل شمال شرقى شبه الجزيرة.

تضمنت عملية نقل آيل الشمال استخدام الهليوكوبتر لدفع الحيوانات خارج غابة ألجونكين إلى منطقة مفتوحة، ثم إطلاق أسهم مخدرة عليها، ثم لُفَّها في ملاءات كبيرة من النايلون ونقلها بالهليوكوبتر مسافة اثني عشر ميلاً أو نحوها إلى شاحنات مسطحة، حيث توضع في أقفاص للمشحن لتُنقل إلى ميتشجان فتُطلق في البرية. زُوِّد الكثير بأطواق تحمل أجهزة إرسال يمكن بها مراقبة تحرك القطيع في موطنه الجديد. نجحت عملية النقل، وازداد تعداد عشيرة ميتشجان في السنين العشر التالية من ٥٩ في البداية إلى ما يزيد على ٢٥٠ فرداً.

ولقد مولت أندية الرياضيين الجانب الأكبر من عملية نقل آيل الشمال هذه - التي لم تواجه المعارضة المألوفة في مثل هذه الأمور - كما عضدها في حماس السكان المحليون، بل لقد زخرف البعض منهم عرباتهم بملصقات تفاخر بـ "ميتشجان - حيث يرتع الأيل". ومن الشائع في حالات إدارة الحياة البرية أن ينقسم الناس إلى جماعات غاضبة لكل رأيها فيما يجب عمله. كان من بين الخلافات الساخنة ما جرى من خلاف حول مشروع كندي أمريكي آخر يهدف إلى إعادة توطين الذئاب في يلوستون بارك بوسط أيدهو. دافع البيثيون عن هذه الفكرة لسنوات طويلة، وسعدوا عندما بدأ العمل لتنفيذها. قال مدير "صندوق الذئب" في وايومنغ: "الذئب هو تجسيد البرية، ويلوستون هي رمز الأماكن البرية. إن الأمر يشبه إعادة النبض إلى القلب". لكن، كان لأحد مربى الماشية وجهة نظر أخرى، عر فيها أيضاً عن رأي دفين ضد الحكومة يذيع في تلك المناطق: "إن القضية ليست قضية ذئاب. القضية هي قضية التحكم في الأرض. إن هذا ليس سوى جزء من مخطط أكبر لوزارة الداخلية للسيطرة على الغرب. إذا تحكّموا في الأرض وتحكّموا في المياه، تحكّموا في الناس". وخوفاً من أن تقضى الذئاب على حيوانات المزرعة، قامت جماعات المعارضة برفع الأمر إلى القضاء، ليوضع مستقبل قطع الذئاب في يد قاضي فيدرالي. كثيراً ما يكون فقهاء القانون والبيروقراطيون هم من

يقررون فعلاً المصير التطوري للحيوانات البرية، لا القواعد المثالية لبقاء الأصحاء.

هناك قضية أخرى في إدارة الحياة البرية - أكثر مراوغة بعض الشيء من الحسابات البدائية لموضوع "الذئاب ضد الماشية" - هي مسألة كيف نحيا الحيوانات حقاً في البرية عندما تكون تحت حماية الإنسان. يقول بعض نقاد المسمى الطويل المجهد لإعادة عشائر من نسر كاليفورنيا الفَحَّاح، يقولون إن برنامج تفرخ النسر هو أيضاً صورة من برنامج لتحويل السلوك. يسرح النسر الفحاح فوق مسافات طويلة ويتغذى على الجيفة، وكثيراً ما يجد، ويأكل، جثث حيوانات قتلها الصيادون بالرصاص، جثثاً تمثلياً بطلقات الرصاص - وكان هذا على أية حال واحداً من بين الأسباب التي جعلت هذا النسر مهدداً بالانقراض. اقترح بعض علماء الحياة البرية أن يُقدم للنسور لحم خال من الرصاص في مناطق مختارة للتغذية، وأن تدرب الطيور على أن تلجأ إليها. وجه بعض البيئيين نقداً عنيفاً لهذا الاقتراح لأنه يبدو "معايشة للطبيعة". أما البديل لهذه المعايشة فهو إدارة الموطن بطريقة تسمح للطيور بأن تنحيا وكأن الإنسان غير موجود - وهذا أمر يصعب تحقيقه إذا كان الموطن سلسلة من الجبال في أكثر الولايات ازدحاماً، تحدها طرق كبرى في شرقها وفي غربها.

وفي قصة غر فلوريدا الأرقط مثال آخر يوضح بجلاء كيف أن إدارة الحياة البرية هي أيضاً سياسة تطويرية. يتحول هذا النمر الأرقط في براري شمال فلوريدا داخل وحول غابة أوشيو لا الوطنية وغير المحدود إلى مستنقع أو كيفينو كى بولاية جورجيا. والحيوان يحميه قانون حماية الأنواع المهددة، وأعداده مراقبة بدقة. في عام ١٩٩٣ قامت "جماعة متخصصة تربية الحيوانات في الأسر" (وهذه مستودع علمي غير حكومي) بدراسة البيانات التي جمعتها "اللجنة البيئية لنمر فلوريدا الأرقط" (وهذه جماعة للإدارة تمثل أربع وكالات فيدرالية وولائية)، ثم أصدرت تقريراً يحذر من أنه ما لم نفعل شيئاً، فستفانقم بزيادة التربية الداخلية مشاكل التكاثر والعيوب الوراثية - مثل

لفط القلب، وسيختفي النمر الأرقط - وعدده نحو ٥٠ فرد بالغاً - في أقل من ٢٥ عاماً. لاحظ هنا أن المعلومات المرحلة كانت في صورة إسقاط يركز على التحليل الوراثي. كان العلماء يطلبون من المسؤولين أن يستجيبوا لشيء لم يحدث بعد.

صُعِد الأمر إذن إلى وكالة التوجيه التطوري المناسبة - وكانت في حالتنا هذه هي قسم الأنواع المهددة بوزارة الداخلية في واشنطن دي سي - حيث قرر المسؤولون إدخال أصول تربية جديدة. وأسد تكساس الجبلي قريب لصيق لنمر فلوريدا الأرقط، وقد جُلب منه عشرة أفراد - بعضها أسير من البرية وبعضها ربي في الأسر - زودت بأطواق تحمل أجهزة إرسال بحيث يمكن تعقب تحركاتها من طائرات تحلق فوق المنطقة، ثم أطلقت. سَلَّم مدير الوكالة بأن هذا كان إجراء بالغ الأثر، لأنه قد "يعيد تكوين التنوع الوراثي الأصلي" لعشرة النمر الأرقط. ولقد نجح مثل هذا مع أنواع أخرى، ثم إنه لا يعرض الوضع القانوني للنمر للخطر - وهذا هو المهم هنا. فأسد تكساس الجبلي ونمر فلوريدا الأرقط يعتبران نوعين لنوع واحد، وقد كان التزاوج يحدث بينهما في الماضي غير البعيد جداً، ولا يزال النمر الأرقط من الناحية الرسمية نوعاً (مُهدداً) مميزاً، وليس هجيناً.

في أواخر ربيع عام ١٩٥٥، وبعد أن أطلقت أسود تكساس الجبلية بوقت قصير، بُيِّنَت الإشارات المنبئة من غايه فلوريدا الحارة أن الذكر رقم ٥٤ من غور فلوريدا يقضي وقتاً طويلاً مع الأنثى رقم تي إكس-١٠٦ من أسود تكساس الجبلية، وأن الإشارات القصيرة المتكررة الصادرة عن هذه الأنثى تعني على الأغلب أنها قد توقفت عن التحول وبدأت في إعداد عرين لصغارها. تملك الحماس الشديد البيولوجي المشرف على برنامج إعادة التوطين - ليس فقط للنتائج المباشرة المنتظرة، وإنما أيضاً للفائدة المحتملة لهذا التقارب البيومعلوماتي بالذات. قال: "ربما لم يكن لأحد حتى أن يفكر في هذا المشروع منذ سنين عشر، أما الآن فإننا نستطيع أن نجتمع ما بين التواحي الحقلية

التي تصلنا من العنّاد وبين الوراثة الجزيئية المفصلة والتاريخ الطيّ. أمامنا فرصة أن نعرف حقا شيئا جوهريا، ليس عن نمر فلوريدا وحده، وإنما أيضا عن العمليات البيولوجية الطبيعية، وعن كيفية تعزيز الأنواع في المستقبل".

بشكل أو بآخر، يستمر تزايد التوجيه البشري والإدارة - الإدارة النشطة كما في الحالة السابقة، أو الإدارة "السلبية" بحماية الأنواع وموطنها. وللإدارة "السلبية" أعمال خاصة، مثل القيام بدوريات الحراسة حول المناطق البرية وفرض القانون داخلها. لكن الأمر لا يتعلق فقط بأنواع الحيوانات على اليابسة، فالتنّس يقومون أيضا بإدارة الطيور في الهواء - مثلما الأمر عندما تتفاوض الحكومات بشأن معاهدات دولية لحماية مسارات هجرتها - وإدارة الأسماك في البحار. هناك حرم للحياة الوحشية البحرية على بعدٍ من ساحل كاليفورنيا، كما يجري الجدل على ساحل الاطلنطي بين الصيادين والصيانيين والعلماء والمستولين الحكوميين حول النضوب الخطير لمصايد الأسماك القريبة من الشاطئ. ثمّة حل من بين الحلول المعروضة - هو صورة أخرى من التوجيه - يقول "بمخصصة" مصايد الأسماك بمنح الحق لآحاد الصيادين في صيد نسبة معينة من المحصول السنوي. وفكرة هذا المدخل - الذي استخدم بالفعل بالنسبة لبعض أنواع الأسماك - هي ما نتوقع من زيادة اهتمام الصياد بالحفاظ على صحة المسمكة ككل إذا كانت له فيها حصّة معلومة، كلما ازداد السمك ازدادت حصته وارتفع دخله. هذا هو الوجه الحسن. أما الوجه السيء فهو أن تعيين حصص لأناس تتوقف حياتهم عليها هو أمر غاية في الصعوبة، وسيتهى بمخروج الكثير من الصيادين من المهنة. يتحول مصير النظم الإيكولوجية الموجودة تحت الماء في ضفيرة معقدة مع ما يحكمها من النظم الاقتصادية والسياسية البشرية.

البيوتكنولوجيا في البرية

بدأت البيوتكنولوجيا تلعب دوراً في الحياة البرية - بضعة أدوار في الواقع. كانت فاكسينات الحيوان من بين أول المنتجات الطبيعية المركزة على الدنيا المُطعَّم، وكان الهدف في البداية هو حيوانات المزرعة، لكن البعض منها أثبت نجاحه في الحيوانات البرية أيضاً. قاومت فرنسا وبلجيكا وباء الكلب بين الثعالب بأن أسقطت من الهواء غذاءً لها مزوداً بالفاكسين. ولقد أصابت هذه التجربة من النجاح ما جعل منظمة الصحة العالمية تلتقط الفكرة وتطبقها - وسرعان ما كانت تُسقط من الهواء فاكسينات في الطعام للكلاب البرية في تونس وتركيا وبعض مناطق جنوبي أمريكا. عبّر خبراء الصحة العمومية عن حماسهم الكبير لمثل هذه البرامج، ورأى البعض أنه على الرغم من استحالة التخلص من مرض الكلب من العالم كله، فربما كان في الامكان إزالته من دول بأكملها أو أقاليم كاملة من قارات. جربت استراليا استخدام فيروس مُهندَس وراثياً صُمم لنشر العقم بين عشيرة الأرانب الرهيبة هناك - خطوة أخرى في اتجاه إدارة النظم الإيكولوجية على النطاق الواسع.

الصورة الأكبر: إدارة النظم الإيكولوجية، حماية القارات

تزايد تحول التأكيد من إدارة العشائر/ إلى إدارة النظم الإيكولوجية، ومن حماية أحاد الأنواع المهددة داخل النظم الإيكولوجية إلى حماية النظم الإيكولوجية المهددة ذاتها. والحق أن ليس ثمة تمييز قاطع يمكن وضعه بين إدارة (أو حماية) النظم الإيكولوجية وبين إدارة (أو حماية) الحياة البرية؛ بل الحقيقة هي أن هناك الآن تواصلاً عاماً من تبنيل الجينات عبر حفظ الحيوانات، إلى إدارة الحياة البرية والنظم الإيكولوجية. ولقد نُفِثَها في عفولنا وفي بيروقراطيتنا، لكنها جميعاً ليست سوى جوانب من الدور المتعاضم الذي يلعبه البشر في حياة المحيط الحيوي. يدرك البيثيون أهمية النظم الحيوية، وطالما

استخدموا أنواعاً من الكائنات مهددة بجمعها القانون - البومة المنقطة مثلاً - كوسيلة لحفظ نظام إيكولوجي لا يتمتع بمثل هذه الحماية.

ليس هناك في الحق شيء في هذا العالم محتفظ بنقائه وبكارتة الأولى - إن تكن بعض المناطق في البرية قد تشبه ذلك، وتُدار بحيث تُجنب الآثار المدمرة المعروفة للتنمية والتعدين وقطع الأشجار. على أن إبقاء النظام الإيكولوجي في حالته البكر هو دائماً أمر سياسة، وهو دائماً أمر صعب. عندما زرت كوستاريكا منذ سنين، أثر في كثير من نظام الحدائق الطبيعية القومية المحظورة - وأزعجني في نفس الوقت ما علمته من أن الحكومة تقوم بدوريات حول هذه الحدائق لطرد الفقراء الذين ينتهكون حرمتها وينشون قطعاً من الأرض على جوانب التلال لزراعة الذرة. يهدد الإصلاح الديمقراطي في جنوب أفريقيا السبعة آلاف ميل مربع التي تشغلها حديقة كروجر الطبيعية المحاطة بمستوطنات يقطنها أفقر الناس هناك - البعض منهم يريد أن يرعى حيواناته هناك، والبعض الآخر يطلب على الأقل دوراً في إدارتها. أمكن في بعض الحالات حل هذه المعضلات: فلقد حدث تقدم مثلاً في كوستاريكا بمشاريع "الزراعة الغابية" التي تمكن السكان المحليين من كسب عيشهم في النظم الإيكولوجية بينما هو يحفظونها تقريباً في حالتها الأصلية. لكن التوتر بين التنمية والصيانة سيظل دائماً مصدرًا للمتعاب في إدارة النظم الإيكولوجية.

هناك أيضاً خلافات في طريقة إدارة الحياة البرية حول أفضل الطرق طبيعية لإدارة الطبيعة. ر. ١٤ كانت أسخن القضايا - والتلاعب اللفظي غير مقصود - هو موضوع حرائق الغابات. نبه الحريق الهائل الذي شب - في ييلوستون - صيف ١٩٨٨ الفظيع (سلسلة الحرائق في الواقع) - الجماهير إلى خلاف هائل بين المشتغلين بإدارة الغابات حول ما إذا كان الأفضل أن يُسمح للحرائق بأن تتقد، أم أن الواجب هو إخمادها. فالاستجابة الطبيعية هي أن يسمح لها أن تتقد، لكن هذا يتعارض مع رؤية أصحاب المنازل في الغابة أو قريباً منها، ومع رؤية من يرون ضرورة وقاية المحميات البرية، ورؤية الرسميين

يريدون بالطبع أن يفعلوا شيئاً عندما تشب النار في الغابة. أما مويبدو "الحريق الطبيعي" فيقولون إن المطلوب ليس فقط السماح بحوادث الحرائق، وإنما أيضاً أن تساعد على إشعالها من آن لآخر لمنع تراكم الحطام الذي يجعل الحريق أكثر خطورة عندما يحدث مصادفة.

يزيد من تعقيد الصعوبات التقنية والسياسية حقيقة أن أى نظام إيكولوجي هو بدوره جزء من نظام أكبر منه. والأراضي الرطبة - التي يُناقش الكونغرس الأمريكي حمايتها عند وضع هذا الكتاب - لا تخدم فقط كمواطن لما بها من أنواع، وإنما أيضاً كمحطات توقف ضرورية للطيور المهاجرة. ثم إنها تؤدي أيضاً مهماً بالنسبة للنظم النهرية الأكبر ومناطق سقوط الأمطار المتصلة بها، إذ تتقى المياه من الشوائب وتتحكم في الفيضانات. من بين أهم مناطق الأراضي الرطبة بالولايات المتحدة منطقة المستنقعات بجنوب فلوريدا، تلك التي وُضع لها جدول زمني لمساعد جبارة لإعادة تزويدها بالمواسم، وهذا أمر قد يستغرق خمسة عشر عاماً أو عشرين ويتكلف نحو بليونين من الدولارات. يعتبر تحديد مواطن الحياة البرية واحداً من أهداف هذا المشروع، لكنه يختص أيضاً بإعادة تشييع الطبقة المائية الجوفية التي هي مصدر المياه للمناطق المدنية الواسعة المتنامية على طول الساحل. ولقد أشعل هذا المشروع نصيبه من الخلافات السياسية، لكن المفهوم عموماً أن له مردوده في حماية البيئة والتنمية المدنية. وإذا نظرنا إلى ما يشمله المشروع - نحو ١٤٠٠٠ كيلو متر مربع - وإلى قربه من مدن ومزارع كبيرة، أدركنا أنه أهم ما دُبر من عطلت في إدارة المواطن.

وعلى الرغم من الشعار الذائع القائل إن "الصغير جميل"، فإن الكبير عادة ما يكون أكثر جمالاً إذا ما تعلق الأمر بإدارة وحماية للمناطق الطبيعية. الطرد الصغير جميل إلى أن يكون أكثر هشاشة وأكثر عرضة للتلف إذا ما تعرض للأخطار من حوله. كان هذا هو المنطق الذي أدى إلى تأسيس أكبر منطقة برية في العالم، حديقة تاتشينشايين - ألزيك البرية ذات الخمسة وعشرين

مليون فدان بشمال كولومبيا البريطانية. ولقد يجادل البعض بأن أكبر المناطق البرية هي القارة القطبية الجنوبية، التي مُنحت الحماية دولياً في عام ١٩٥٩. بهذه المعاهدة الدولية وافقت كل الدول، التي تُدعي لنفسها حقوقاً على بعض أجزاء القارة، على أن تعلق ادعاءاتها مؤقتاً، وأن تفتح القارة للبحث العلمي - وأن يُحرّم بها أى نشاط عسكري أو اختبارات نووية أو دفن للنفايات النووية.

وواقع الأمر هو أن العالم كله يخضع للإدارة البشرية، بطريقة أو بأخرى. البعض من هذه الإدارة قد يكون أقل صراحة - مثل أثر البشر على الغلاف الجوي. هذه هي الحقيقة الكبرى، والمخيفة لحد ما، التي كشف عنها الجدل حول ارتفاع حرارة جو الكرة الأرضية.

الصورة الأكبر: جلياً المتحكمة

قُبيل منتصف هذا القرن بدأ الناس - بفضل القنبلة الذرية - يتعرفون على فكرة أن شيئاً ما يحدث للعالم كله نتيجة للنشاط البشري، شيئاً أمامه تبدو كل الحروب السابقة مجرد حوادث تافهة. ومعظم من يحيا الآن على سطح الأرض لا يذكرون ما كان قبل ظهور هذا الاحتمال، قبل أن يصبح جزءاً من وعينا: تلك الصور القائمة عن محيط حيوي واحد، عن عالم غير حصين، عن عالم يمكن بسهولة أن يحوره إلى الأبد شيء من صنع البشر. عشنا مع هذا عقوداً، ثم بدأ طيف الهولوكوست النووي يفقد بعضاً من قوته المخيفة، عندما ظهر احتمالاً بنوع آخر من الهولوكوست الكارثي - صورة جديدة عن محيط حيوي واحد، عن عالم غير حصين، عن عالم يمكن بسهولة أن يحوره إلى الأبد شيء من صنع البشر. أبداً لم تكن خمسين عاماً مريحة!

دخل سيناريو تلذذ الأرض إلى الوعي العام تخطيطاً وبسرعة. والواقع أن العالم السويدي سفاثي أرهينوس قد تنبأ لأول مرة، حول مدخل هذا القرن، بأن زيادة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي ستؤدي إلى ارتفاع، يصل

إلى سبع درجات، في متوسط درجة الحرارة الكرضية. ولقد تطلب الأمر وقتاً طويلاً - حتى أواخر الثمانينات عندما ضربت موجة حارة وسط الغرب والساحل الشرقي من أمريكا - ليتعش هذا التأمل القامض متقماً، ويصبح موضوع جلسات استماع في قاعات مجلس الشيوخ وموضوع مقالات على الصفحات الأولى من الجرائد. وافقت هذه السيناريوهات تنبؤات مروعة عن حر جافق، عن ذوبان القلتسوة الجليدية القطبية، عن ارتفاع مياه المحيطات، عن نَقْطُ الطقس وقد أصابها السعار. في نفس الوقت كان البيهيون يلفتون أنظار الجمهور إلى نضوب طبقة الأوزون بسبب استخدام الانسان للكلورفلوروكربونات. نشرت منظمة جرين بيس البيئية بالجرائد إعلانات تشغل صفحات كاملة تحذر من أن: "الحياة الطيمية قد تُعَوَّقُ لأجيال. وقد يصبح من الخطر في بعض الحالات أن تخرج من منزلك". عضد سيناريوهات الكارثة الجديدة أناس ذوو شأن وقورون. فهذا جورج ميتشيل، الشخصية العامة البارزة - وكان آنذ زعيم الأغلبية بمجلس الشيوخ - يكتب قائلاً:

سيقدح النفاخ المتطرف تشوشاً أرسادياً - شهر أهاصم لم نشهد مثلاً قبلاً، قادرة على قتل الملايين؛ موجات من الحر طويلة لم يسبق لها مثيل؛ جفافاً هائلاً قد يدفع أفريقيا بأكملها وشبه القارة الهندية إلى حافة المجاعات الجماعية... وحتى إذا تمكنا اليوم من وقف انهيارات غازات الصوبة، فسنظل معرضين حتى منتصف القرن القادم إلى زيادة في الحرارة، على طول العالم وعرضه، مقدارها ٢-٤ درجات فهرنهايت. سيكون الجو آنذ أدفأ مما كان عليه خلال المليون سنة الماضية. فإذا لم يُكَبَّح جماحه، فقد لا يباريه في الدمار المحتمل إلا الحرب النووية.

وكان من المهم أن يبدأ رد الفعل. قفز الكتاب المحافظون إلى آلتهم الكاتبة وأسرعوا بيطعنونا: لن يحدث ارتفاع في حرارة الأرض، وحتى ولو حدث فستعلم كيف نجه. ثمة مطبوعات صدرت عن معهد هوفر - المستودع الفكري ذي الميول اليمينية، في ستانفورد - تقول إن التدفئة

الكرضية "هبة للإحسان وغيره من الحيوانات"، وتشير إلى أن لنا أن نتوقع عدداً من الآثار النافعة بجانب المشاكل. فللمناخ الدائم سيقبل من تكاليف النقل، لأن الثلج والجليد يعرقلان حركة السيارات والشاحنات، ولأن العواصف تعطل السفر بالطائرات. ولقد تظهر فرص سياحية في أماكن مثل ألاسكا وشمال كندا. سيقبل انقطاع التيار وتعطل الاتصالات السلكية. سيصبح جنوب غرب الولايات المتحدة أكثر مطراً ومن ثم أفضل للزراعة.

والانحراف في ردود الفعل تجاه قضية تغير المناخ أمر واضح جداً، أمر لا يُشجع بالنسبة لمستقبل مجتمع اليوم معلومات الكرخي. فردود فعل الأفراد على ما يبدو تتوقف على إيديولوجياتهم. فأما وجهة نظر اليمين فقد كانت دائماً أن البيانات ليست مقنعة، وأن التنبؤات بالتدخلة الكرخية ليست دقيقة - أو أنها، إن كانت دقيقة، ليست بالمشكلة على الإطلاق. لا سبب للمعاناة مع الاقتصاد. وأما وجهة نظر اليسار فهي أن الكارثة ستحل إن لم تكن قد وقعت بالفعل، وأنه على العالم أن يتخذ على الفور عدداً من أشياء، يرددها أهل اليسار دائماً على أية حال، مثل تنظيم الصناعة على نحو أكثر صرامة، والتحول إلى موارد طاقة بديلة. في مؤتمر عن تدخلة العالم عقدته الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم سمعتُ أحد المشاركين يقول إن هناك وفرة من الحلول نحومُ باحث عن مشكلة، وأنها على ما يبدو قد وجدت المشكلة! قرأت في نفس الوقت تقريباً مقالاً كتبه أحد الماركسيين عبر فيه عن أمله في أن تقوم قضية المناخ "بإقناع الاشتراكية". كتب أحد الكتاب مؤخرًا في مجلة "نيشور" يقول: "في بريطانيا.... اكتشفتُ كلَّ من الجماعات التي تبحث عن الأرباح التجارية أو الأهداف السياسية الخارجية أو السياسات الداخلية، اكتشفتُ استبعاداً محاصراً بها لنظرية التدخلة. كانت الفرص التي تتيحها النظرية عند البعض هي ملاحقة جدول أعمال البحث العلمي العالمي، وكانت عند آخرين هي تعزيز القوة البروقراطية في دوائرهم... كانت الدعوات لسنِّ قوانين بعمية تلقى قبول البروقراطيين اليقنين... أما السياسيون المحليون فقد رحبوا منبراً

عالميا يمكنهم منه أن يملأوا بلافتهم الخضراء، بعيداً، حتى الآن، عن قضايا المشاكل المحلية".

ورغم ذلك، رغم كل البيانات المتضاربة عن قضايا تغير المناخ ونضوب طبقة الأوزون - بل ورغم الآراء الأكثر تضارباً حول طريقة تفهمها - فثمة حقيقة أكثر تتجلى هي تعود الناس على رؤية العالم في صورة نظم. يعتقد معظم الناس الآن فكرة الربط بين استخدام الكلوروفلورو كربونات (ك ف ك) وبين طبقة الأوزون، فكرة الربط بين إنتاج غازات الصوبة ومناخ العالم - وهذا يعني عند الناس طريقة مختلفة وجديدة تماماً لفهم المحيط الجوي. وعندما نقرأ بالجزائر عن مؤتمرات دولية وعقد اتفاقيات - أو إخفاق في عقدها - حول تقنيات واسعة النطاق في السياسة، عندئذ نستوعب مفهوماً آخر أكثر حتى تطوراً: فكرة أن تقوم الحكومات بدور في حماية الغلاف الجوي ومناخ الكرة الأرضية. بل وتسهم في هذا - لحد محلود - حتى المعارضة المحافظة وذلك بمناقشتها ضرورة القيام بمثل هذا العمل. يكون لموضوع جدلك أحيانا نفس أهمية من يكسب الجدل.

ربما كان لي أن أقول إننا قد وصلنا بسرعة - إذا تذكرنا أنه لم يمض زمان طويل منذ كان أسلافنا يتحولون في سهل أولدفاي وأجسادهم عارية - وصلنا إلى مرحلة غير فيها النشاط الانساني الغلاف الجوي للأرض. إن تزايد ثاني أكسيد الكربون في الجو أمر موثق جيداً، وكذا أرجحية أن يستمر تزايد. لا تزال عواقب ذلك محل شك، لكن الإجماع العلمي يتحرك نحو توقع بزيادة الدفء وارتفاع مستوى ماء البحر. ولقد وصلنا أيضاً إلى النقطة التي أصبحت فيها نظم المعلومات تخبرنا أكثر وأكثر عن هذه التطورات أثناء تكشفها، النقطة التي تحمل فيها نظم الاتصال الأخبار حول العالم، النقطة التي يتناقش عندها الناس حول الاستجابة الحكومية المتوقعة. أماننا الآن قضية الإدارة الإيكولوجية وقد طُرحت على المستوى الكرضي.

في مقالة ظهرت بمجلة "السياسة وعلوم الحياة" قدم بول وابتر تميزا مفيدا بين المشاكل الكرضية والمشاكل العالمية. عرّف المشكلة الكرضية بأنها مشكلة "تؤثر فيزيقيًا في كل شخص في هذا العالم"، وأعطى لها ثلاثة أمثلة: ظاهرة الصوبة ونضوب الأوزون والانقراض الكرضي للأنواع. في مقابل هذه تكون المشاكل العالمية (مثل الأمن وحقوق الإنسان والجوع) مشاكل "لا تؤثر في كل فرد على سطح الأرض". والواقع أن الكثيرين لا يعرفونها اهتماما كبيراً، بل وقد لا يعرفون بها أصلاً. وظهور المشاكل الكرضية الحقيقية إنما يشير، كما يقول، إلى أن "الخبرة البشرية في نهاية القرن العشرين تختلف اختلافاً بنسبة عن خبرة الأزمنة السابقة. إن هذا يعني ولوج البشرية إلى العصر الكرضي".

وأنا شخصياً أفضل أن أسميها قضايا، لا مشاكل، لأن الناس لا يجمعون بالنسبة لأي من أمثلة وابتر - ظاهرة الصوبة، نضوب الأوزون، انقراض الأنواع - على وجود مشكلة أصلاً: تلك هي المشكلة. لكنها بالتأكيد قضايا كرضية، ومن ثم مقدمات إلى سياسات القرن الحادي والعشرين - سياسات كرضية لعالم يتزايد تشابهه ويتزايد اتباعه لأي إشارة عن اضطراب في نظم المحيط الجوي التي تمدنا بأسباب الحياة.

يسهل أن تحبطك المواقف والقلوب لدى أنصار هذه القضايا من كلاً الجانبين، لكن من المفيد أن نقرر بأننا قد قطعنا شوطاً طويلاً: لدينا نظم معلومات يمكنها أن تقيس الأوزون بأجزاء في البليون، لدينا نظم توجيه يمكنها مع التعهدات الدولية أن تستجيب لوقف تصنيع ك ف ك. أما بالنسبة لظاهرة الصوبة، الأكثر تعقيداً، فلدينا نظم معلومات يمكنها أن تقيس تزايد (ك ٢٤) وغيره من الغازات في الغلاف الجوي، ولدينا نماذج للمناخ تخبر بها النظريات عن الآثار المحتملة، ولدينا الاجتماعات الدولية مثل مؤتمر مونتريال لتخفيض ك ف ك، وقمة الأرض في ريو، ومؤتمر برلين لتخفيض انبعاثات غازات الصوبة. لا شك أن عشاق الطبيعة سيفضلون أن يكون القرار في مثل هذه الأمور هو قرار الحكمة الجلييلة لجايا، بينما قد يفضل ذو النزعة التقنية أن

يكون القرار في يد العلماء وآلاتهم وأن يصمت كل من عندهم - لكن مهما يكن من أمر، فليست هذه هي الطريقة التي تجري بها الأمور الآن. لا يمكن أن تفصل النظم البشرية عن أنشطة المحيط الجوي، إن أهم قرارات إدارة النظم الإيكولوجية - لاسيما الكبريات منها - تدخل في مجال السياسة.

اعتمد على نظم المعلومات الكرضية في بقاء إدارة المحيط الجوي على جدول الأعمال العمومي. يقوم برنامج حكومة الولايات المتحدة لبحوث التغير الكرضي بتنظيم أعمال إحدى عشرة وكالة فيدرالية مختلفة. من بين هذه: مؤسسة العلوم القومية، النازا، الإدارة القومية لعلوم المحيطات والغلاف الجوي. تغذي عمل الباحثين أقماراً اصطناعية في الفضاء، ومحطات مراقبة على الأرض والمحيطات، وأجهزة مختلفة لأخذ عينات الماء والهواء، ومقادير لا تحصى من البيانات، بجانب الكمبيوترات الحديثة وشبكات الاتصال. تعتبر مجلة "ليث ووتش" أن هذا "بلا جدال هو أكثر ما ظهر من برامج مراقبة الأرض طموحاً وشمولاً". لكنها تضيف أنه "ليس إلا جزءاً من زمرة دولية من مشاريع مماثلة بالعشرات من الدول الأخرى، من بينها "مطافئ خطرطنة الأوزون" على ظهر سفينة الفضاء الروسية متيور ٣، والقمر الاصطناعي الأمريكي الفرنسي توبكس - بوزايدون لقياس ارتفاع مستوى سطح البحر بدقة تبلغ سنتيمترين، مكوك فضاء ألماني الصنع (لقياس الأشعة تحت الحمراء بالجو، وما به من الشق الكيمائي الخطير: أ يدم)، واختبار باباني أمريكي "لقياس استطرارة" نازا، والعشرات الأخرى من أجهزة القياس السريعة المعقدة بعشرات الدول، وغاية كاملة من الألفاظ الرمزية". يشير نفس التقرير إلى أن الجزء الأكبر من المشروع كله - والمزمع أن يبدأ عمله عام ١٩٩٨ - هو "نظام مراقبة الأرض" لمؤسسة نازا، وله سلسلة من الأقمار الاصطناعية أطلقت على مدى عشر سنوات لقياس كل شيء، بدءاً من الإيروسولات، وحتى البلاكتون النباتي. لن يُترك شيء دون أن يُرصد.

بدأ في نفس الوقت حديث عن مشكلة كرضية أخرى. احتشدت مجموعة من نحو ١٥٠ فلكيا وباحثا فضائيا في كاليفورنيا عام ١٩٩٥ للنظر في احتمال أن تصطدم الأرض بنجيمة أو مذنب. كان القرار النهائي العام هو أن هذا الاحتمال مستبعد، لكن ليس للدرجة أن نهمله باطمئنان. من المحتمل أن يكون مثل هذا الاصطدام قد حدث في الماضي، ومثله بالتأكيد قد حدث منذ سنين معدودة على كوكب المشترى، عندما تحطم مذنب شوميكير - ليفي وانندفع إلى جو الكوكب بقوة تعادل بضعة ملايين قنبلة ثرمونووية. جاءت أيضا المعلومات عن كشافين علميين مختلفين - أحدهما عن ماضي كوكب الأرض، والآخر عن وقائع بالأطراف البعيدة من النظام الشمسي - معلومات تثير قلقا جديدا. ناقش المتحدثون في المؤتمر فكرة تحويل الصواريخ الباليستية عابرة القارات إلى أسلحة مضادة للنجوم، وزكى تقرير المجموعة إلى الكونجرس أن يجري العمل الآن لتكثيف نظم الكشف باستخدام التلسكوبات والرادار: زيادة جديدة في ربط العالم بالأسلاك، ثم تعزيز آخر لصورة محيط حيوي واحد، عالم غير حصين، عالم يمكن أن يحوره (أو في حالتنا هذه: أن يحمله) إلى الأبد شيء من صنع البشر.

نظام من أي نوع؟

إذا نظرنا إلى بعض هذه الأمثلة عما يحدث في المحيط الحيوي اليوم، لاحظنا بوضوح أن نظم العالم الإيكولوجية لم تعد تعمل منفصلة عن القوى البشرية - إذا حاول الناس أن يفهموا هذا العالم، تحولوا بالطبيعة إلى مختلف مفاهيم النظم - نظريات النظم العامة لعلماء مثل لودفيج فون بارتالانفي وكينيث بولدنج، سيرانطليقا روبرت وينر وزملائه، نظرية جايا وأفكار النظم الأحدث لمنظري التعقيد بمعهد سانتا في.

لكن، أي نوع من النظام يكون هذا الكوكب بكل ما عليه من صور الحياة غير البشرية، وببلايينه من البشر، ومعتمعه البيومعلوماتي الكرضي،

ومحيطه العقلي الإلكتروني من تكنولوجيات مراقبة الأرض؟ إنه بالتأكيد نظام طبيعي، محيط حيوي حي، كان له وجود طويل ثري قبل أن يؤهل نفسه بالسكان. لكنه الآن أيضاً، ومعنى ماء، نظام اصطناعي، ينظمه الإدارة وبأنشوطاته الإلكترونية المرتدة. ثم، وفي نفس الوقت الذي يزداد فيه ادراكنا بوحده - حياته كنظام واحد - ندرك أيضاً التنوع المذهل في نظمته الثانوية، والنظم الثانوية للنظم الثانوية. يتضح لنا أيضاً أنه على الرغم من أننا نستطيع أن نطلق اسم "الادارة" أو "التوجيه" على دور البشر في أعمال هذا النظام، إلا أن هذا الدور ليس نوعاً من التوجيه الميكانيكي، يُخطّط فيه كل شيء في دقة، ويُنظّم ويُوجّه. قد يقلقك هذا - إلا إذا رجعت إلى الشواهد على أن النظم من كل حزب تعمل بقواعد تنظيمية ليس بينها الكثير وبين الرسوم البيانية المتقنة التي يبحث عنها البيروقراطيون، بمسئولياتها وخطوطها المستقيمة.

يهتم منظرو التعقيد، خاصةً، بطريقة عمل ما يسمونه "النظم المعقدة القادرة على التكيف" - النظم التي تستطيع أن تكتسب المعلومات عن البيئة، وما تفعله هذه المعلومات بالبيئة، وأن تستغل هذه المعلومات في رسم شيء كالخريطة ثم تقوم بالعمل على أساسها. يمكن للترموستات أن يستجيب لتغذية مرتدة من بيئته، لكنه لا يتعلم ولا يغير سلوكه. ومثله أيضاً يفعل "نظام الخبراء"، الأكثر ذكاءً وتعقيداً، الذي فيه يضخ الخبراء من البشر المعلومات، ليقوم بأداء مهام مذهلة مثل تشخيص الأمراض. وكما أشار موراي جيل - مان الفيزيائي مسبب التشوش داخل معهد سانتا في - إن مثل هذا النظام "لا يتعلم وتزداد معرفته مع تزايد ما يُحرره من تشخيصات، إنما يمضي يستخدم نفس النموذج الداخلي الذي طوره الخبراء المستشارون". لكنّ هب معنا من حولنا تعمل نظم معقدة حقيقية قادرة على التكيف. فإذا أردت أمثلة بيولوجية فعندك البشر، والمخاخ، وأجهزة المناعة، والنظم الإيكولوجية والخلايا. وإذا أردت أمثلة ثقافية/ اجتماعية فعندك الأحزاب السياسية،

والأسم، والمجتمعات العلمية. مؤهلة أيضا الإنسياليات الأكثر تقدماً، وبرايج "الحياة الاصطناعية" للكمبيوتر. بكل هذه النظم ملامح مشتركة معينة (كما يقول جون هولاند للمنظر التطوري عالم الكمبيوتر):

بداية، كل نظام هو شبكة من عديد من "الوكلاء"، كل يختص بعمل خاص: الخلايا في المخ، الأنواع في النظام الإيكولوجي. ينحو التحكم إلى أن يكون موزعاً عبر الشبكة. هذا صحيح حتى بالنسبة للتنظيمات التي يفترض أنها هيراركية (إسأل رئيس الولايات المتحدة)، وهذا صحيح أيضا بالنسبة لأي نظام معقد مثل جسدك أنت. إنك لا تستطيع أن تحيا إذا كان عليك أن تعتمد على ذكائك الجماعي في كل نفس وكل نبضة قلب، وفي مراقبة وتوجيه أعمال كل أعضائك وغددك.

وثانيا: لكل نظام معقد قادر على التكيف مستويات عديدة من التنظيم، لكل مستوى وكلاء يخدمون كأحجار بناء لوكلاء في مستوى أعلى. مجموعة البروتينات والليبيدات وغيرها من المواطنين يصنعون خلية، ومجموعة الخلايا تصنع نسجها، ومجموعة الأنسجة تصنع عضوا. سنجد فئات كهذه من نظم ونظم ثانوية في المصانع، وفي النظم الاقتصادية. تقوم النظم المعقدة القادرة على التكيف أيضا - وهذا هو الأهم - بتغيير الأشياء من حولها، تعدل وتعيد تشكيل هذه القطع استجابة للمعلومات، بخلاف طرق للعمل أكثر كفاءة. وعلى الرغم من أن الأمثلة التي أوردتها عن هذه النظم جاءت في صورة أسماء، إلا أنني أعتقد أننا نكون أقرب إلى روح نظرية التقيد إذا اعتبرناها أفعالا - ليست أشياء، وإنما أشياء تحدث، أنماط تفاعل، تدفق معلومات.

وثالثا: إن النظم المعقدة القادرة على التكيف تتوقع المستقبل. قد يصعب أن تتصور البكثرة مستقبلية، لكن كل كائن حي يحمل بداخله جيناته تنبؤاته التي تركز على التعلم من الخبرات السابقة: أنت تعرف أنك إذا وضعت يدك

في النار فستؤلمك. وهذه التنبؤات تخلق سلوكا في النظام، ثم انها تتقح باستمرار استجابة للبعيرات الجديدة.

ورابعا: للنظم المعقدة القدرة على التكيف الكثير من المحارِب، أو، إن شئت، الوظائف التي يقوم الوكلاء داخل النظام دائما بالتكيف لشغلها. وكلما شغل وكيل محاربا - كلما بدأ مقاول عملا جديدا، أو كلما وجد حيوان استراتيجية مختلفة للأكل والتكاثر - خلقت محارِب أخرى لطيفيات جديدة ومقرسات وشركاء. النظام يتطور دائما ككل، يخلق فرص عمل جديدة. والأحياء بداخله يبحثون دائما عن عمل. لك بالطبع إذن أن تتوقع أن الكثيرين من الناس ومن المصانع ستشغلهم قضايا جديدة مثل تغير المناخ الكرضي، وأن بعض رجال القانون سيكتشفون احتمالات هائلة في منتجات جديدة مثل نوربلانت.

ماذا يقول هذا لنا عن التوجيه البشري للمحيط المهيوي؟ الكثير الكثير، على ما أظن. إنه لا يتعلق بأحبال السياسة والنزاعات والسلطة - وهذه مواضيع سأحدث عنها بالتفصيل في الفصلين التاليين - لكنه يذكرنا بأن القرارات البشرية في قضايا الإدارة الإيكولوجية، حتى الكرضي منها، ستتخذ في أماكن متعددة.

ليس من الغريب أن نجد أن الكثيرين ممن يحاولون البعد بعقولهم عن الوضع الكرضي الجديد، أن يحملهم منعدبين نحو منظرين من أمثال إليا بريجوجين، الفيزيائي البلجيكي اللامع الذي اقترح استكشافه "التنظيم الذاتي العضوي" بكل ضروب النظم - حية وغير حية - اقترح إمكانية أن يتعاون الناس دون ما وصايا تصلهم من أعلى، من خلال سلسلة كرضية من الأوامر. ومثل هذه الأفكار - إذا نزعنا من سياقها العلمي - تبدو أحيانا كما لو كانت وصفاً بأن تنكيء على نهم العصر الحديث ونسى ما تفعله الحكومة

- لكنني أرى أن بها الكثير مما يستحق الاهتمام الجاد، إنها شغايا من نظرية جديدة إلى العالم نحاول أن تشكل والناس يدركون عالما جديداً.

ينقص هذه النظرة إلى العالم، حتى الآن، إقرار بالالتحام الكامل للنظم الطبيعية بالنظم البشرية، وبالطرق التي بها يتحول التوجيه البشري لنظم الكرة الأرضية. إن فكرة أننا جزء من الأرض - لا فوقها فقط - هي قوام الكثير من التقاليد الإيكولوجية والروحية. ولقد جاءت فكرة التهامنا مع ابتكاراتنا عن عدد من المفكرين، كما رأينا بالفصل الرابع. لكننا لا نستوعب هذه الأفكار في صميم وعينا. لم تتمكن بعد من طريقة نتحدث بها عن هذا الكوكب وناسه ومنظوماته ونظم الاتصال فيه - هذا الكوكب الذي يتحول جذريا ويعيد ابتكار ذاته - على أنه الكيان الواحد، الكيان الذي هو بالتأكيد. إننا نفتقر إلى علم لهذا النظام المعقد القادر على التكيف. لا وليست لدينا استعارة تثير الذكريات لمثل هذه الجايا البيونية التي تتطور.

الفصل الحادي عشر ظلال الخُضْر المتغيرة

إذا كنت تحب البيهين - وهذا أمر واجب - فإن أفضل حلقة يمكن أن تودبها لهم هي أن تلتق على رؤوسهم ماءً بارداً.

- جريج إستيربروك.

ستكون الطبيعة في القرن الحادي والعشرين من صنعنا، القضية هي مدى التعمد في صياغتها، ودرجة الرضا عنها.

- دانييل بورتكين .

يقع الكثير مما عالجناه في الفصل السابق تحت العنوان العام للقضايا البيئية، وإن كنتُ لا أعرف ممّا إلى أين ستقودنا البيئة في المستقبل. لقد غدا ضعفها كإيديولوجيا وكفلسفة واضحاً الآن تماماً - ومع ذلك يصعب أن نبالغ في الأهمية التاريخية للحركة البيئية الحديثة. لقد كان ظهورها في هذا القرن حادثاً مُعَلِّمٌ في تطور الإنسان، إشارةً إلى أن هومو سابينس كان يكشف العالم ويكشف نفسه بأسلوب جديد.

على أن الاكتشافات على المستوى العريض للأنواع لا تتم كلها فجأة، وإن كان الزمن اللازم لمثل هذه التحولات المعلوماتية يقصر ويتضاءل. لقد تطلب الأمر زمناً طويلاً - منذ أن اكتشف راسمو الخرائط والملاحون أن العالم كروي - حتى تستقر صورة هذا العالم ممّا في وعي كل الناس على الأرض. والواقع أنني لا أعتقد أن الكثيرين - حتى في الدول الأكثر تقدماً في العلم - قد استوعبوا فكرة الأرض ككوكب إلى أن تمكن رائد الفضاء من تصويرها.

في ذات الوقت الذي تمت فيه رحلة أبوللو، وربما بالصدفة، بدأت أعداد كبيرة من الناس يكتشفون مدى تأثير الإنسان على العالم - الاكتشاف البيئي.

بدأ هذا الاكتشاف بالفعل في أواخر القرن التاسع عشر. كان العلامة الأمريكي جورج يركنز مارش هو عَرَّاب الإدراك البيئي المعاصر. في كتابه المائل الصادر عام ١٨٦٤ تحت عنوان "الانسان والطبيعة، أو، الجغرافيا الفيزيائية كما يحورها الفعل البشري"، في هذا الكتاب لخص مارش معظم ما كان يُعرف أيامه عن كيفية تحول العالم بسبب الأنشطة البشرية العادية مثل الزراعة والتحطيب، وإشعال النار، وتحويل المحاري المائية، وتربية الحيوان ونقله. لم يظهر قبل مارش مَنْ جمع هذه الأجزاء سوياً، لم يسبقه من يبين في قوة كيف يغير البشر (ويدمرون) العالم من حولهم. ولقد كان أثر كتابه هائلاً. كان مارش هو الوحي بالنسبة للحركة الصيانية المبكرة - حركة جون موير وتيدي روزفلت، أسلاف البيئية المعاصرة - التي ازدهرت بالولايات المتحدة وأوروبا في بدايات العقد الأول من هذا القرن. لقد فعل لخرطنة العالم الذي نحيا به قدر ما فعل داروين أو مندل أو واطسون وكريك.

توارت رسالة مارش، مثلما توارت قبلها رسالة أرهينوس في السويد، في عالم النسيان حتى منتصف القرن العشرين. ثم بدأت الحياة تدب فيها في العقود الأخيرة. يصعب أن نعرف الأسباب المضبوطة لتقبيلات القضايا والأفكار، لكن المؤكد أن لتغيرات تكنولوجيا المعلومات دخلاً كبيراً في ذلك. تجمعت بيانات أكثر عن الآثار البيئية، وذاعت القضية. أُرِخ دخولي في الحركة بصيف ١٩٦٤، عندما استمعت إلى جايلورد نيلسون، سيناتور ويسكونسن، وهو يلقي خطاباً مدحشاً عن تلوث الهواء والماء. كان لفصاحة السيناتور على الأثر الذي كان يرمي إليه بالضبط. فما أن عدت إلى بلدي حتى التحقت بهادي سيراً - إحدى المنظمات البيئية القليلة نسبياً في ذلك الوقت - وبدأت أكتب المقالات وأنظم اللقاءات وأقود الرحلات إلى البرية.

وبعد بضعة أهوام نغرت كتابها عنوانه "السياسة والبيئة"، أحد الكتب الجامعية الأولى في القضايا البيئية. في ذلك الوقت تقريرا، وبين لهيب الدعايات الإعلامية الكرضية، جاء "يوم الأرض" الأول، وجاء حيناً من النشاط البيئي الذي لا يزال مستمرا حتى الآن. لقد رافقت إذن الحركة البيئية من داخلها ثلاثين عاما ونيف، وأصبح واضحا لدي تمام أن الحركة تدخل الآن إلى تحول جوهري - على الرغم من أنها لا تزال قوية - تنفر وتقسم مثل نظام معقد قادر على التكيف، وأنها تحتاج لا تزال إلى أن تمضي في تحولها أبعد وأبعد.

لاحقت في السبعينات والثمانينات أن البيئة لم تعد مجرد خلاصة لمجموع الموارد والتلوث والقضاء المفتوح، إنما أصبحت شيئا أكثر من ذلك - رفضاً لفكرة التقدم، رفضاً لنسق الحضارة الغربية بأكمله. نشأت فرق جديدة من المتحمسين للحضرة، يقولون لنا إن تاريخنا كله ليس سوى سلسلة من الأخطاء، مهمة متوهرة في الاتجاه الخاطيء يلزم أن يعكسها تصرفت للإرادة البشرية جديد جبار ثوري. حبر توماس بيري عن وجهة النظر هذه، في أسلوب معقول نسبيا، بقوله:

إذا كانت الاقتصاديات الصناعية (التي تكاد أن تهلكنا) في حقيقتها هي عمرة ثورية هائلة للأرض ولجميع الأحياء برمتها، فإن إنهاء هذا الدمار الصناعي واتخاذ أسلوب حياة أكثر استدامة لابد أن يكونا على نفس المستوى من الضخامة .

يمكن أن نصيف العصر الصناعي ذاته، كما عرفناه، بأنه مرحلة نهول تكنولوجي، حالة من الشعور المحور، تثبت نفسي يمكن به وحده أن تفسر كيف وصل بنا الحال إلى أن نخرب هواننا وماينا وترجتنا، وأن نغرق في قسوة كل نظم حياتنا الأساسية تحت وهم أن هذا "تقدم" .

كما وقد أوشكت هذه الفضيحة على الزوال، فإن أماننا مهمة أن نقيم أسلوبا للحياة بين المجتمعات البيولوجية للعقدة الموجودة على الأرض.

تحمل هذه العبارة فكرتين رئيسيتين من الأفكار البيئية: نقداً للمجتمع الصناعي، وحلماً بمحضارة بشرية مختلفة جذريا، قادرة على أن تكيف نفسها بسهولة دون تطفل داخل النظام الكروى قبل البشري للنظم الإيكولوجية. وكلا المفهومين غيبن. لكن تبين أنهما كليهما علاقيان ومثيران للجدل.

قاد الجزء الأول - نقد العصر الصناعي - إلى شيء من إعادة التفكير المثمرة وإعادة الهندسة، لكنه قسّم البيئيين، الذين لم يتفقوا تماما على أن الحضارة الصناعية حضارة مَرَضِيَّة غير قابلة للشفاء. ولقد تسبب أيضا في نقد مضاد للبيئة ورد فعل معادٍ.

أما الجزء الثاني - نشدان طريق "للعيش برفق على الكوكب"، كما يقول الشاعر الشعبي - فقد قاد جناحاً من الحركة البيئية إلى عالم موهوم من التفلسف المشوش، قد لا يعود منه أبداً.

ولقد كانت المجتمعات الصناعية بالفعل غريبة للبيئة، أيا كانت إنجازاتها الإيجابية - المخلفات تصب في المياه، السناج يتصاعد من مداخن المصانع، التحطيم اللامبالي لمواطن الكائنات الحية، الهدر الهائل للطاقة والموارد. أما القضية الكبرى فهي ما إذا كانت مثل هذه المجتمعات نظماً قادرة على التكيف بمكنها أن تتعلم وتتغير - وتنظف من خلفها - وما إذا كان مسيل الابتعاد التكنولوجي والنمو الاقتصادي لا يتجه نحو تطوير صور من الصناعة والزراعة أفضل وأنظف. كثيرا ما نجد البيئيين منقسمين بعنف حول مثل هذه الأمور، منقسمين لحد لم تشذ معه البيئة حقا حركة واحدة - إن كانت كذلك بالفعل يوماً. تنطبق هذه الدلالة بنفس القدر ونفس اللامبالاة على كبار رجال النُهُجَة المحترفين وعلى النشطاء من الفلاحين أصحاب مبدأ "إنما ليس بي خلتى الخلفى" - جماعات متباعدة تماما، والخلافات بينها دائمة. وهي

تنطبق أيضا على المتفائلين والمتشائمين، المتطرفين والمحافظين، صائدي الحيوانات والمدافعون عن حقوق الحيوان، وتنطبق كذلك على الممثلين السينمائيين، والمفكرين، وعلمي الطبيعة، والفوضويين، وكارهي البشر، وغربي البيئة، والداعين لحقوق المرأة البيئيين، والسيكولوجيين البيئيين، والروحانيين البيئيين - إذا أضفنا بضعة من بين ظلال اللون الأخضر العديدة. يجب ألا نسمي هذا، وأن نتحجب أن ننظر إلى هذا الانهماك المائل من الأفكار والأفعال على أنه حركة مفردة ذات كيان واحد تجري في اتجاه واحد، لا ينطبق دائما النقد الموجه إلى ظل واحد على الظلال جميعا.

ولقد كان النقد هناك دائما، ويدل أنه يأتي الآن في قوة تزايد. معارضة الحركة البيئية مؤكداً ليست أمراً جديداً. فمئذ أن عادت هذه الحركة إلى الظهور نحو عام ١٩٧٠، كان الكثيرون - ومنهم محافظون سياسيون، ورجال صناعة، وتموييون، وقادة عمال، وأصحاب أراض، وفلاحون - كانوا يعارضون أو يمتنعون النشاط الجلد وحديثهم عن النمو الاقتصادي البطيء والقوانين الجديدة والتخطيط المركزي لاستغلال الأرض. ولقد ظهرت مؤخرا كتابات تقليدية جديدة مختلفة - مثل كتاب جريج إيستبروك "لحظة فوق الأرض" الذي نشر عام ١٩٩٥ - صدرت عن أناس لا يضمرون في حقيقة الأمر العداء لأهداف الحركة وقيمها. نعم، أنا أعرف عددا من البيئيين ممن يعتقدون أنك مع أصدقاء مثل إيستبروك لا تحتاج حقا إلى أعداء - لكن، كان هناك سبب لأن يصدر هذا الكتاب في هذا الوقت، ولأن يؤخذ مأخذ الجلد. لقد تقدمت الحركة البيئية الحضارة الصناعية. ولقد حان الوقت لنقد النقد.

كانت قضية إيستبروك هي أن المجتمعات الصناعية المتقدمة قد أثبتت أنها قادرة تماما على الاستجابة للمشاكل البيئية، أو كما يقول المثل: على أن تنظف "ما فعلته". نقبش هنا بضعة من حججه الرئيسية:

إن البيئة في الدول الغربية أخذت تغدو أنظف في ذات الفترة التي أفهم فيها الجمهور أنها تزداد تلوثاً.

إن دول العالم الصناعية، التي تعتبر السبب في البلاء، هي بمعظم المقاييس أنظف من الدول النامية.

أنه يكاد يكون من المؤكد أننا نستطيع أن نتجنب معظم الكوارث التي نخشاهما، مثل انفلات تلذخ جو الأرض.

أن كل الاتجاهات التقنية، تقريباً، تنحو إلى آلات جديدة وأساليب إنتاج جديدة أكثر كفاءة، تستخلم موارد أقل، وتنتج نفايات أقل، وتسبب تلفاً بيكولوجياً أقل، مقارنة بتكنولوجيا الماضي.

اقترح إيستربورك ظلاً جديداً من البيئة، أسماه الواقعية الإيكولوجية، واختتم كتابه بـ "بيان الواقعي" الإيكولوجي". من بين مقترحاته أن الحركة البيئية لا يمكن تقوى إلا "بالنحر التدريجي من المغالاة"، وبتطوير قدرة أكبر على النقد الذاتي. من المشوق حقاً أن نرى إن كان هذا سيحدث، وما إذا كانت الحركة - أو جزء جوهري منها على الأقل - قادرة على الدخول في ارتباطات أكثر نضجاً بمجتمع البيومعلومات، أو ربما على اتخاذ دور قيادي فيه. لو أنها فعلت ذلك، فسيكون على جثة الخضر الدكن (المتطرفين) - البيولوجيين أنصار الإقليمية البيولوجية، وأنصار الإيكولوجيا الغريطة، وأصوات للطبيعة أخرى كانت فعالة وواضحة في تحديد فلسفة البيئة.

الجانب الآخر من الوجه الحسن

وحركة الخضر الدكن ليست هي الأخرى بالضبط حركة واحدة - فيها العديد من الخلافات والشقاكات - لكن لها برغم هذه الخلافات الداخلية درجة عالية من الترابط. ولقد اتخذت صورة حركة سياسية في أحزاب الخضر

المختلفة، وصورة حركة روحانية أو لاهوتية دافع الأديان وخارجها (أعلن أسقف كاتوليكي منذ سنوات أن "الرب أخضر")، وصورة حركة فلسفية في مدرسة الإيكولوجيا الغويطة وغيرها من المدارس الفكرية، واعتقد أن أقرب وصف دقيق لها هو أنها ثقافة ثانوية، لها مستودعاتها، ومجلات، وكتبها التي لا تحصى، وأسلوبها في الملابس، ومؤتمراتها على شبكة الإنترنت، ومنظمتها وظلالها الإيكولوجية. وإيدولوجيتها في معظمها هي ما قد نسميه: الصورة العنيفة من نقد العصر الصناعي وقد صُعد إلى اتهام كل الحضارة البشرية والتقدم بأنها ليست سوى هجوم قاتل مستمر على الطبيعة الرقيقة. يقول أحد نشطاء حركة "الأرض" أولاً: "لقد استمرت أعنف الحروب في تاريخ البشرية وأوسعها ما يزيد على خمسة آلاف عام. وهذه الحرب بالطبع هي الحرب ضد الأرض". وحركة الحضار الدكن ملتزمة تماماً بمهمة البحث عن طريقة لسكنى الأرض لا تؤثر عليها تأثيراً جوهرياً، ويميل منظروها إلى تركية انسحاب كرضي إلى عالم وهمي من خيالات مفكر مديني عن الحياة البسيطة. دعني أذكر باختصار بعض المفاهيم الرئيسية.

الإقليمية البيولوجية تقول المقدمة المنطقية للإقليمية البيولوجية إن العالم بطبيعته مقسم إلى أقاليم بيولوجية، وأن على البشر أن يحيا داخلها - ويستحسن أن يكون ذلك في الريف أو المدن الصغيرة، ليمارسوا الزراعة، ويقللوا من الصناعة والتجارة، على ألا يسافروا خارج إقليمهم البيولوجي إلا للضرورة، وأن يتعرفوا على الفلورا والفونا المحلية. وهذه رؤيا مغرية، رؤيا أسرت قلوب الرومانسيين في أزمان كثيرة وأماكن، لكن عيوبها تبدو واضحة إذا قرأت عن مبادئها في مثل بيان البيوقليميين "القاسطون الأرض" الذي كتبه كيركباتريك سيل عام ١٩٨٥. من بين نقاط الضعف ذلك القبول غير النقدي لفكرة أنه لو بقي الناس في أقاليمهم البيولوجية لانتشلت الحكمة منهم طبيعياً ولاصبح كل شيء على ما يرام:

إن الناس - إذ نبتنا كل شيء آخر - لا يلوثون ولا يفسدون تلك النظم الطبيعية التي يعتمدون عليها في الحياة والرزق إذا هم رأوا ما يحدث رؤية مباشرة، لا ولا هم سيستقلون طوعاً مورداً تحت أقدامهم وأمام أعينهم إذا شعروا أنه لمين، مطلوب، حيوي؛ ولن يقضوا أبداً على الأنواع يرون أهميتها لسلاسة عمل النظام الإيكولوجي. إذا ما نظروا بعيني جايا، وأحسوا إحساس جايا - وهو ما يستطيعونه على مستوى أقليمهم البيولوجي - فلن تكون هناك ضرورة لأن ينزعجوا من اختفاء "الاستجابات الأخلاقية" للعالم من حولهم .

وهذه العقيدة - بأن الحياة قرب الأرض تؤدي حتماً إلى الحكمة الإيكولوجية - عقيدة يراها مفكرو المدينة الذين يعطون النظم البيئية معظم حقوقها، هذا على الرغم من أن الآثاريين والمؤرخين قد جمعوا تلولاً من الشواهد على أن الناس كثيراً ما أفسدوا ذات النظم البيئية التي عاشوا بها لفترة طويلة. ثم هناك أيضاً القضية المخرجة: ميل أهل الريف إلى أن يكرهوا البيئيين. وأنا شخصياً لا أجد خطأ في البقاء مكان واحد ومعرفة جيداً، لكننا نستطيع أن نقدم الحجج المقنعة على أن ما نحتاجه الآن هو وعي إيكولوجي أكثر عالمية، وفهم قوي متطور للمناطق الأخرى وللعالم كله.

ونقطة الضعف الأخرى تتعلق بكيفية تحقيق المجتمع البيوإقليمي. والإجابة التي يقدمها سيل هي أن علينا أولاً أن نقوض المدن الكبرى، وأن نقيم الكثير من المدن الصغيرة، كل محاطة بحزام أخضر، ثم أن نرحل الجميع، إما إلى واحدة من هذه المدن الصغيرة أو إلى الريف. "وإعادة التوطين هذه ليست صعبة كما قد تصور إذا أجريت عبر بضعة عقود وتمت بالاحترام الواجب للنظم الطبيعية". وعبوب هذه الرؤيا عديدة لكن أهمها في رأيي هو تجاهلها موضوع السلطة - نعي ماذا نفعل إزاء مواطنين ذوي تفكير خاطيء يرفضون أن يُسجنوا إلى المناطق البيولوجية التي فروا منها وهاجروا إلى المدن. تمثل

مشكلة السلطة صداماً شائعاً في تفكير الحضرة الدكن، ولقد أصبحت أكثر وضوحاً في كتابات الإيكولوجيا الغويطة.

والإيكولوجيا الغويطة حركة أنشأها آرنى نيس، ذلك الفيلسوف النرويجي الذي قابلته مرة في بركلي، بعيداً بعض الشيء عن إقليمه البيولوجي، أثناء تجواله يشرح أفكاره. قال لي إنه يعتقد أنه لا يجب أن يكون بالعالم أكثر من مائة مليون شخص لا تزيد، حتى يمكن لبقية الكائنات الحية أن تستعيد ازدهارها. لا بد أن أعترف بأنني لم أجد هذا مُنفراً طالما كنتُ بين هذه الملايين المائة، لكنني تساءلت عن الطريقة التي يقترحها لتنفيذ ذلك. لم يكن في الحق مستعداً لمناقشة القضية - لا ولا كان، على ما رأيت، مهما بها. لاحظت فيما بعد أن تنظيم الأسرة، في أدبيات الإيكولوجيا الغويطة، أمر مرفوض على أنه "إيكولوجيا ضحلة".

ثم كان أن اعتنق "الإيكولوجيا الغويطة" اثنان من أساتذة جامعة كاليفورنيا - هما جورج سيسيونز و بيل ديفال - فكتبوا وحاضروا عن الموضوع وأضافوا الكثير لإعلاء شأنها كفكرة رئيسية من أفكار الحضرة الدكن. ربما لا أوفي الإيكولوجيا الغويطة حقها إذا قمت بتلخيص أهم ما بها، لأنني أعتقد أنها ليست إيكولوجيا وليست غويطة. فباديء ذي بدء يأتي رفضها لمركزية الانسان، رفضها أن تعتبر أن الانسان هو الغرض الأسمى لهذا الكون. لا يجوز أن يقع العالم تحت سيطرة الجنس البشري وحاجاته وخططه، إنما العالم مكان ليحيا فيه البشر في تواضع بين كل الأنواع الأخرى، لا هو أفضل ولا سلطة له أكثر. والنتيجة المنطقية لهذا هي فلسفة "لا تفعل" لكل القضايا البيئية. قدم سيسيونز وديفال مثلاً يتعلق بسياسة السماح لمربي الماشية برعي حيواناتهم في الأراضي الفيدرالية. كتبوا "إنَّ حلَّ" (لا تفعل) بسيطاً يعني أن يوقف كل الدعم الفيدرالي، وأن يُقيد استخدام الأراضي العامة في الرعي بالحد المطلوب لاستعادة المراعي وضعها الطبيعي، كما قلره الإيكولوجيون المحترفون".

وهذا يبدو معقولاً تماماً، لكن لا بد أن نلفت النظر إلى أننا هنا إزاء أعمال للسلطة مرتين. الأولى هي تقييد الاستخدام. لا بد أن يفرض بعضهم هذه السياسة، لأن الأغلب ألا يمتثل طوعاً مَنْ يعيشون بالإقليم البيولوجي المعنى. والواقع أنه بالنظر إلى ما نعرفه من شعور جايا نحو مربي الماشية، فإن التنفيذ قد يتطلب اللجوء إلى البندقية. أما الثانية فهي أقل وضوحاً إن تكن في الواقع أكثر أهمية، وهي القدرة على الحكم دون معلومات. سيقدر "الإيكولوجيون المحترفون" مقدار الرعي الملائم لاستعادة المراعي وضعها الطبيعي. حسناً - لكن، أي إيكولوجيين محترفين؟ من سيحكم بين الآراء المتضاربة التي ستظهر مؤكداً؟ مَنْ يقرر مَنْ يقرر؟ سيصبح اللافعل بلا شك - وأخشى أن أقول: دون أن يلحظ رجال الإيكولوجيا الغويطة - سيصبح نوعاً آخر من الفعل. ولقد يسفر الأمر في هذه الحالة بالذات عن إدارة جيدة للمرعى، لكنها لن تكون بسيطة ولا سلبية.

للخضر الدُّكْن الكثير من الجماعات الثانوية، والبعض من هذه أكثر رغبة في ممارسة السلطة، بل وحتى العنف - طالما كان ذلك ضد الناس ودفاعاً عن الطبيعة. يدافع البعض عن التخريب ويمارسونه: بأن يقوموا ليلاً مثلاً بدق مسامير كبيرة في الأشجار لتفقد منشور قطع الغابات. ثمة كتاب للمرحوم إدوارد آبي عنوانه "جماعة المفتاح الإنجليزي"، عن غربي البيئة، يعتبر شيئاً كالإنجيل في هذه الدوائر. (وأصحاب المفتاح الإنجليزي مصطلح شائع يعني من يقومون بالهجوم المباشر على من يفسد البيئة). هناك أيضاً نوع من العنف في الفكر واللغة، كذلك المقالة التي ظهرت بمجلة "الأرض أولاً" التي رحبت بمرض الإيدز كترىاق للانفجار السكاني.

وعلى الرغم من أن معظم يميني الاتجاه السائد يرفضون الأرض أولاً! والتخريب البيئي، فليس ثمة من شك في أن الفكر الأخضر الداكن كان له أثر جوهري على الحركة ككل. يمكن أن نلاحظ ذلك في رغبة بعض كبريات المنظمات البيئية في أن تحنو حنو جيري ريفكين في حملته لإغراق

البيوتكنولوجيا في بحر من التفكير الصياني السخيف، وفي حملتها العنيفة ضد اتفاقية التجارة الحرة لشمال أمريكا وغيرها من أمثال هذه الترتيبات الدولية (اللاأيقليمية)، وفي برامج أحزاب الخضراء الأوروبية التي تعلن ولاعها لأفكار الإقليمية البيولوجية والإيكولوجية القويطة. يعمل الخضراء الدكن كقنادوس إيديولوجي حول رغبة الحركة البيئية.

أما أثرها الأوسع فهو أقل وقعا، وهو أصعب في القياس. في كتاب نقدي آخر للبيئية يناصرها (كتاب: أوهايم بيئية) توصل الجغرافي مارتن لويس إلى أنه "على الرغم من أن الرؤى المتطرفة قد تمكنت من السيطرة على الكثير من الدوائر البيئية، إلا أن أثرها على الجمهور بوجه عام كان ضئيلا جدا". ولقد يكون هذا صحيحاً لكنني مع ذلك أرى أن علينا أن نأخذ رؤية الخضراء الدكن مأخذ الجد لأسباب عديدة - لأنها عامل مؤثر دائم في واحدة من أهم الحركات السياسية في عصرنا هذا؛ لأنها تسهل على معارضي الحماية البيئية المستولية أن يرفضوا كل البيئيين على أنهم "مهاويس بيئية"؛ ولأنها فشلت تماما في أن تعالج بأية وسيلة واقعية التحديات التي يواجهها الجنس البشري الآن. فلأنها حولت التكنولوجيا إلى شيطان، فقد غدت غير قادرة على مساعدتنا في فهم الحياة في عالم التكنولوجيا الرفيعة والمعلومات، وباتخاذها المحافظة على التوازن قيمة مقدسة للإيكولوجيات، فقد أخرجت نفسها من السياق فيما يتعلق بتفهم التفرد السريع.

الإيكولوجيات

هناك فجوة واسعة - تتنامى - بين الأفكار الإيكولوجية التي تنفع الحياة في البيئة الراديكالية وبين الأفكار الإيكولوجية لمعظم الإيكولوجيين المحترفين. ولقد ظهر نموذج جديد في علم الإيكولوجيا: تحول عن الاعتقاد بأن الحركة العادية للطبيعة هي التوازن. قدم هذه الرؤية الجديدة - تفليها نظرية الشواش وتساندها الشواهد المتجمعة عن كيفية التنافس بين التنظيم الإيكولوجية

وتعايشها - قدمها علماء من أمثال دانييل بوتكين بجامعة كاليفورنيا في سانت باربره، وهي صورة تختلف تماماً عن الصورة الأكثر رومانسية للإيكولوجيا التي لا تزال تتعلق بفكرة أن النظم الإيكولوجية في حالة توافق وثبات حتى أن يقلقها فعل بشري.

أشار بوتكين إلى أن هذا الضرب الأخير من النظريات الإيكولوجية قد عمل كمتن تحتى للكتابات البيئية منذ أيام جورج بيركنز مارش. كتب مارش يقول: "في المناطق من العالم التي لم يطأها بشر، سنجد أن نسبة الأرض إلى الماء ومواقع كل منهما، وأن الترسيب الجوي والبحر، ومتوسط درجات الحرارة، وتوزيع الحياة النباتية والحيوانية، أن كل هذه تخضع للتغير فقط تحت تأثيرات جيولوجية بطيئة الفعل لدرجة يمكن معها أن نعتبر الظروف الجغرافية ثابتة لا تتغير".

وهذه الصورة عن الطبيعة الثابتة تجري عميقاً في الكثير من التفكير البيئي: نجدها في جدول أعمال الإقليمية البيولوجية إذ ترى أن يستقر كل شخص ونجما في سلام داخل دورات الطبيعة السرمدية، نجدها في ازدياد الخضرة الدكن للتقدم والتغير، نجدها في نظريات مثل "نظرية ثبات حال الاقتصاد" لهرمان دالي - الاقتصادي الأثر لدى الحركة البيئية - التي تقدم كطريقة تفكير أكثر "طبيعية". لكن هذه الفكرة نفسها عن الطبيعة - كما كتب بوتكين - هي على خلاف مع أحدث الدراسات عن الطريقة الفعلية لعمل النظم الإيكولوجية :

يعرف العلماء الآن أن هذه الرؤية خاطئة على المستوى المحلي والإقليمي - سواء بالنسبة للنسر الصّحاح وطائر الكركسي الشّهاق، أو بالنسبة للمزرعة وأرض الغابة - نعتي، على مستوى العشائر والنظم البيئية. يبدو التغير الآن جوهرياً وطبيعياً في المحيط الحيوي على مستويات عدة من الزمان والمكان. تتغير الطبيعة تغيراً أساسياً على كل المقاييس الزمنية. وهذه التغيرات - في

بعض الحالات على الأقل - ضرورة لاستمرار الحياة. لأن الحياة متكيفة لها وتعتمد عليها.

لدينا الآن إذن إيكولوجيتان: إيكولوجيا إيديولوجية تعادل الطبيعة بالثبات، وإيكولوجيا علمية تعادلها بالتغير. ويتزايد الفرق بينهما مع انشغال الناس بالصور النشطة من البيئة، مثل التجديد الإيكولوجي.

قطعة التجديد

من زمن ليس بالبعيد كان عددٌ من عشاق المشي من نادي سيرا يقومون برحلة على الأقدام خلال تلال جنوبي إلينوي عندما التقوا مصادفة بطاقم من الرجال يحرقون غابة ويزيلونها. طلب المشاعون، وكلهم من خيرة الصيادين، أن يعرفوا ما يجري، اكتشفوا أن حارقي الأشجار هم الآخرين من خيرة الصيادين، إنما من طراز آخر. كانوا يقومون بتجديد بيئي - يصنعون نسخة مطابقة من المساحات الشبيهة بالسافانا الخالية من الأشجار المسماة "بالقاحلات"، التي كانت شائعة ذات يوم بتلك المنطقة قبل أن يبدأ المستوطنون في إطفاء الحرائق الطبيعية واصطياد قطعان الجاموس والبياتل والأيل التي تسببت تغلّتها ودوسها في ألا تصبح المنطقة غابة.

لقد ضل المشاعون طريقهم وولجوا بمجتمع اليومعلومات - دون أن يعرفوا. ولجوا أعمالاً إيكولوجية تأتي.

والتجديد الإيكولوجي فن جديد نسبياً وعلم، ينمو بسرعة. يُقيم المهندسون نظماً إيكولوجية "طبيعية" - مستنقعات وغابات وصحاري وبحاري مائية في صورة تقارب الصورة التي كانت عليها منذ فترة من الزمن قبل أن تدمرها أنشطة الإنسان. وهذه النظم الإيكولوجية المهنددة، والتي يمكنك أن تجدها في الكور من مناطق العالم، ليست بالضبط نفس النظم التي كانت منذ عقود أو قرون مضت - لقد انقرضت بعض الأنواع، ولا زال بها بعض الكائنات

للمستحلبة العنيدة التي لا يمكن تجنبها - لكنها إلى الحالة البدائية الأصلية أقرب كثيرا مما قد تبد لو أنك سوّرت منطقة وتركتها لحالها.

وأقدم النظم الإيكولوجية المجلّدة في العالم هي براري كيرتيس في ويسكونسين، حيث بدأ العمل فيها عام ١٩٣٤ تحت إشراف الإيكولوجي ألدو ليوبولد. شرع الإيكولوجيون في تخليق نموذج من براري الأعشاب الطويلة التي كانت يوماً تحتل ملايين الأفدنة من الأراضي بقلب أمريكا. تولوا أمر حقل ذرة مهجور، وبذلوا الجهد ليعيدوه طبيعياً ثانية. جلبوا إليه أطنانا من تربة البراري، وزرعوا آلاف البذور والشتلات من النباتات المحلية. ومع الوقت، وتحت إشرافهم الزراعي، تحول حقل الذرة للمهجور امتداداً مذهباً من أعشاب متماوجة طولها ستة أقدام وأزهار برية زاهية.

ثم بدأ غر هولا من المجلدين ينشئون براري أكثر مسرّشين بالدروس المستفادة من هذا المشروع الرائد. من بين أكثر هذه البراري إثارة للعجب واحدة تحتل ٦٥٠ فداناً في وسط طوق مُعجّل البروتونات بمعضل فيرمي بالينوي. كان هذا المشروع هو الأول في أمرين: الأول في استخدام الآلات الزراعية الثقيلة - نفس الآلات التي يستخدمها الناس في تدمير الإيكولوجيا المحلية، والأول في محاول تجديد الأنواع البرية مع المواطن في نفس الوقت. فبحانب الأعشاب الطويلة والأزهار، أدخلت أيضاً إلى البراري الجديدة عشائر من حشرات وسناجب وأوز بواق وكركي الرمل.

يمكنك الآن أن تجد مشاريع التجديد فيما تشاء من النظم الإيكولوجية: الغابات والصحاري، وشواطئ البحر والجبال. ولقد مشيت طويلاً في تلال مقاطعة مارين على مقربة من سان فرانسيسكو، حيث يقوم المتطوعون من أهل المنطقة بإعادة بناء منحدرات التلّول المتآكلة، وإعادة بناء الجداول حتى ترجع أسماك السلمون.

ومع نمو حركة التحديد الإيكولوجي، نجدها تتجمع حصيلتها الخاصة من المهارت والبيانات - نوع آخر من اليومعلومات - كما تسهم أيضا في إثارة أسئلة جوهرية ومقلقة في نفس الوقت، عماذا بالضبط يجب على البيئيين أن يفعلوه (أو ألا يفعلوه) نحو البيئة.

منذ بضع سنين حضرت مؤتمراً عنوانه "تجديد الأرض" - أول تجمع دولي رئيسي لرجال التحديد المحترفين. وصلوا جميعا ليتعارفوا - شأن المحترفين من كل مجال - ويتشابهوا ويتبادلوا المعلومات. كان ثمة ندوات عن التقنيات ومسير، وكان ثمة خطابات رئيسية ألقاها يثيون عالميون من أمثال دافيد بروور وستيوارت أودال.

كانت على العموم لمةً مريحة مبهجة، أحيانا شعور غمّ المشتركين جميعا بأنهم من حزب الملاحة. لكك كنت تسمع هنا وهناك كلمة مثبطة، نغمة تشي بالقلق من أن التحديد قد لا يكون حقا في خدمة البيئة. التحديد يجري في كل مكان يفعل عامداً شيئا ما عدوانيا. هو إذن على عكس إيديولوجيا "اللا تفعل"، وما تفترض من أن معنى أن تكون بيئيا هو أن تترك كل شيء في حاله، و/ أو أن تحاول أن تغري الناس بالتصرف مثلك. تخوف البعض من أنه لو مضت حكاية التحديد إلى أبعد من هذا، فلن تفعل أكثر من أن تعطي للناس رخصة بأن يحطموا ويلوثوا، طالما كان هناك المهندسون يأتون من بعدهم ويصلحون كل شيء. إننا نسمع هذه الهموم الآن بصورة مطردة، هي موضوع دائم مُعنى يحتم في عالم البيئيين.

بل إن المشكلة تمضي أعمق من تلك التي طفت على السطح في ذلك الاجتماع، لأن الإيكولوجيا الجديدة، واليومعلومات التي تُعَلِّمُها، تشير التساؤل عن المرحلة في تاريخ النظام البيئي التي يلزم أن تحدث. والإجابة بسيطة عند معظمنا - وأحشى أن أقول وعند عدد ممن يقومون الآن بالتحديد

ويروجون له. كل منا في الأمر أنك تحدد الطبيعة. أن تجعلها مثلما كانت. لكن تأمل أفكار بوتكين عن الحرية على طول التخوم بين مينيسوتا وأونتاريو:

أهل الشمال يتسكع هنا... والناس تأتي هنا في كل صيف يجلبون في الزوارق ويمشون ويكتشفون البرية. لكن، ماذا يلتمس الناس في هذه البرية؟ يقدم تاريخ النباتات مفتاحا لحل اللغز. لقد أعيد بناء هذا التاريخ باستخدام الأنواع الثلاثة من الشواهد: التاريخ المكتوب، الغابات الموجودة، القرسيات بالبحيرة. تشير الرواسب من حبوب اللقاح في بحيرة السحب داخل هذه المنطقة أن التلج الأحمر قد أعقبته مرحلة تنلرا غطيت فيها الأرض بالشجيرات القصيرة، التي تميز الآن أقصى الشمال، بجانب أشنة الرنة وغيرها من الحزازيات والنباتات الدنيا.

استبدلت بالتندرا غابة من التنوب الفضي، وهذا نوع نجده الآن بالغابات الشمالية حيث يسود مناطق كثيرة من ألاسكا وأونتاريو. ومنذ نحو ٩٢٠٠ سنة استبدلت بغابة التنوب غابة من الصنوبر الأمريكي والصنوبر الأحمر، وهذه أشجار تميز المناطق الأدفا والأكثر جفافا. ثم هاجرت إلى هذه الغابة أشجار البتولا والمحور الرومي منذ نحو ٨٣٠٠ سنة، ووصلت شجرة الصنوبر الأبيض منذ نحو ٧٠٠٠ سنة. ثم عادت ثانية أشجار التنوب الفضي والصنوبر الأمريكي والصنوبر الأبيض، الأمر الذي يعني ازدياد البرودة. ويعني هذا أن تغيراً جوهرياً في نباتات الغابة كان يحدث كل ألف عام، تغيراً يعكس جزئياً تغيرات في المناخ مثلما يعكس عودة بطيئة لأنواع كانت قد دُفِعت إلى الجنوب أثناء العصر الجليدي.

أي من هذه النباتات يمثل الحالة الطبيعية؟ إذا كان الهدف هو أن نعيد هذه المنطقة إلى حالتها الطبيعية، فأيا من هذه الغابات سنختار؟ كلٌ منها يبدو طبيعياً بنفس القدر، نعتي أن كلا منها قد ساد الصورة نحو ألف عام، وكلٌ قد شغل المنطقة في زمن لم يكن للبشر فيه أثر أو يكاد.

فإذا ذكرت نفسك بأنه ليس ثمة من تحديد يبلغ درجة الكمال في محاكاة نظام إيكولوجي كان موجودا في زمن مضى، فإن هذه النقطة الأساسية من الحكمة الإيكولوجية تضع مشروع التحديد الإيكولوجي بأكمله في ضوء جديد. ربما كان من الواجب حتى الآن نسميه تحديدا إيكولوجيا، ربما كان من الواجب أن نسميه البناء الإيكولوجي أو حتى الفن الإيكولوجي. أو ربما كان من الواجب أن نسمي المناطق المحددة "حدائق الفكرة الإيكولوجية". أو، ما رأيك في: الطبيعة المتخيّلة؟

والهدف من هذه الملاحظات ليس إلا إثارة التأمّلات النقدية حول معني التحديد - تأملات قد تكون بعضا من إيكولوجيا غويطة أصيلة. وأنا بالتأكيد لا أريد أن أحط من قدر التحديد ذاته، لأنه سيكون - أيا كان اسمه - جزءا غاية في الأهمية من الطريقة التي ستعامل بها مع المحيط الحيوي في السنين القادمة.

التفكير على المستوى الكبير

في أواخر الثمانينات وقّعت مؤسسة لمهندسي المناظر في سان فرانسيسكو عقدا مثيرا: بتمويل الكويت. كانت هذه أول مرة في التاريخ يُستأجر فيها محترفون لإعادة تشكيل بنية دولة بأكملها. أوقف المشروع فيما بعد عندما قامت جيوش صدام حسين بغزو الكويت، وأخضعته لأفكارها الأكثر بدائية عن التحويل البيئي. ولقد بدأت الحياة تدب في المشروع الآن، وبدأ الناس يقترحون مشاريع أخرى على نفس المقياس الكبير. لا تغطي معظم مشاريع التحديد في الوقت الحالي إلا بضع مئات من الأفدنة على الأكثر، لكن سيفقد مكننا في القريب أن نفكر في تجليدات إيكولوجية على مقياس - قل مثلا - كوبا. وكوبا دولة تخطمت معظم غاباتها، دولة كرّست أراضيها تاريخيا لحصول تصدير واحد - هو السكر - يصعب أن يتمكن من منافسة المحليات الاصطناعية التي تطوّرت الآن. ومن المحتمل أن تلعب التقنيات الجديدة

للزراعة الغابائية دورا في الكثير من مثل هذه المشاريع - الزراعة التي تجمع بين
صيانة الغابة وبين ضروب مختلفة من الانتاجية التجارية.

تبدو مثل هذه المشاريع الآن مهمة - في مثل الجسامة والنبوغ اللذين بدت
بها فكرة الإصلاح الاقتصادي الكبير بعد الحرب العالمية الثانية، حتى بث
مشروع مارشال الحياة بنجاح في الاقتصاديات المهترئة لأوروبا. لكنها
ستصبح ملمحاً مألوفاً من ملامح مجتمع البيومعلومات. لن يحل التجديد محل
حماية البرية بأكثر مما حلت المعلومات محل الصناعة في اقتصاديات ما بعد
التصنيع. إنه يغير الصورة لا أكثر، ويوسع الإمكانيات. ثم إن المجددين
يُعمِّرون بنوك بياناتهم، وشبكاتهم، بمعلومات عن الأدوات والمناهج وفوائد
الضروب المختلفة من النباتات.

يجري الآن بالعالم ما شئت من إعادة غرس للغابات ومن إسعاف
إيكولوجي. لكن، على الرغم من أن معظم هذه الأعمال أعمال مستولة، إلا
أنها ليست جميعا مما يرقى إلى مستويات المجددين المخلصين. إنها تقود أحيانا
إلى المزيد من الهرولة البيولوجية عندما تُزرع مثلاً أشجار سريعة النمو من
جنوب أمريكا في مشاريع إعادة غرس الغابات بمناطق تبعد آلاف الأميال عن
أقليمها البيولوجية الطبيعية. ولتجنب النقد ربما استخدم بعض العاملين في
الاستصلاح نباتا قويا مُستجلباً، كأحد الأعشاب الأفريقية، بفرض تثبيت
التربة في المراحل الأولى من المشروع على أن يُستبدل به فيما بعد نباتات
محلية. ويؤخذ مشروع المستنقعات، الذي ذكرناه في الفصل السابق، على أنه
مشروع تجديد، لكن الواضح أن هدفه ليس تحويل منطقة جنوب ووسط
فلوريدا إلى الحالة الطبيعية التي كانت عليها قبل الاستيطان - يصعب أن
يكون ذلك هو المستهدف بالنسبة لمنطقة تحمل الملايين من البشر وتحمل
نباتات وحيوانات من كل صوب وحذب، وبها أكثر منطقة زراعية مقسمة
في العالم. إنما الأمر هو مدخل جديد لإدارة المنطقة، مدخل يرمي إلى تصحيح
ما حدث في الماضي من أخطاء في الإدارة. يقول المخططون إنه "إدارة

تكيفية"، يعتزون أنهم مسلمون بمحاجتهم إلى التعلم عن طريق الفعل، وبمخترية الأخطاء على طول الطريق. هذه هي الفلسفة التي متوجه ما يجري الآن من عمل؛ إنها تختلف كثيراً عن عقلية فلق المهندسين القديم وعن عقلية المتلمذين البيعيين. إنها جزء مما يلزم أن تكون عليه البيئية.

ظل إضافي آخر من الخضر: البيئية النشطة

إننا نحيا زماناً من الحركة النائرة، والمدن الهائلة، والانفجار السكاني، والتكنولوجيات المدمرة للتلاية - ومثل هذا الزمان في أمس الحاجة إلى رؤيا قادرة على استثمار الواقع وراغبة في ذلك.

لقد حان الوقت لبيئة جديدة، بيئة يلزم ألا يكون أربابها أقل من غيرهم. بيئة على التيم الأصيلة لغونا من الكائنات الحية، أو على منزلة الشعوب المحلية، أو على القدرات المحددة للعلاء الواسع. لابد أن يكونوا أيضاً مستعدين للدخول في معركة ضد أعداء البيئة القلاط ممن يودون أن يوقفوا كل حماية للهواء النظيف أو الماء. لكن لابد أن يكونوا أكثر استعداداً لمواجهة ظروف زماننا السريعة التغير، ولا تخاذ دور نشط في تكوين مجتمع كرضي بومعلوماتي.

تكن حماقة بين الحركة المضادة للبيئية في مقاومتها التناصلة إيديولوجياً لكل الشواهد على أن جنس البشر وحضارته آثاراً على المحيط الحيوي. وتكن حماقة يسار حركة الإقليمية البيولوجية في توقعهم إلى تصوير الحضارة البشرية على أنها شيطان، وإلى الاعتقاد بأن في مقدورنا ومن واجبنا أن نحيا في هذا العالم دون أن نؤثر فيه. أما مهمتنا نحن فهي أن نظل نجمع المعارف عن هذه الآثار وأن نبحث عن نماذج للإدارة والتوجيه معقولة وإنسانية - عن طرق للحياة في هذا العالم تقبل معها عن طيب خاطر قدرة الإنسان على التغير.

والبيئية النشطة لابد أن تكون كرضية، فعالة، موجهة نحو المستقبل لا الماضي، مدعّمة للتطور الاقتصادي، أكثر اهتماما بالتعلم من أخطاء الماضي لا بالولولة على مكابرة من أخطأوا، وقادرة على تفهم التكنولوجيات الحديثة واستخدامها. وهناك الآن دلائل على هذا: يحرز الكثيرون الآن تقدما ملحوظا نحو "بيوتكنولوجيا خضراء" بتطوير مناهج أفضل للزراعة وإعادة التدوير والتحكم في التلوث. مضت الجمعية الإيكولوجية الأمريكية إلى أبعد مدى في تركية الاستمرار في البحث والتطوير في مجال البيوتكنولوجيا، كما عبر الكثير من قادتها عن مساندتهم المتحمسة "لإمكانيات البيوتكنولوجيا، لتوفير بدائل موثوقة إيكولوجيا لبعض الممارسات الحالية بالنظم الإيكولوجية".

وعلى الرغم من أن هذا الضرب من البيئية لم يجذب بعد خيال الجماهير، إلا أنه موجود بالفعل ويُمارَس. الكثيرون من الإيكولوجيين العاملين والنشطاء البيئيين يعالجون مشاكل واقعية بطريقة خلاقة حقا وأكثر عملية ونشاطا. هم يقومون بهذا بعد أن اتضح أنه مهما كان حينا لبوكاهوتاس، فإننا لا نعرف كيف نترك الطبيعة وشأنها.

علينا أن نواجه حقيقة أساسية عن مجتمع اليومعلومات الذي ينمو من حولنا: إن العالم يتحول أكثر (لا أقل) نحو مركزية الإنسان. تتزايد السلطات البشرية والمسؤوليات البشرية مع كل مشروع بحثي، مع كل إضافة إلى بنوك الجينات وقواعد البيانات. إننا نتحرك وفي سرعة نحو محيط حيوي يديره الإنسان. ولقد نسيء إدارته حقا، ولقد يديره مختلف الناس في مختلف الأماكن بطرق مختلفة - بل ومتعارضة - لكنه لن يُترك لحاله. ستزايد الضغوط على الكثير من النظم الإيكولوجية للعالم مع استمرار التزايد في السكان وتحضرهم وبراعتهم التكنولوجية. كذا ستزايد قدرة البشرية على تشخيص المشاكل وابتكار الاستجابات. وسيكون ثمة العديد من الاستجابات، وستقدّم بدائل للإدارة. حماية البرية بديل، وبديل كثيرا ما يكون طيبا جدا. لكنه إدارة لا يزال.

ظلال الحضارة المخيرة

كثيرا ما أتجول مشيا على الأقدام في جبال هاي سيوا، عادةً بمنطقة جون موير البرية. إنها أرض عجائب من أصقاع جبلية، وبحيرات صافية، وحقول من الأزهار البرية. مكان هاديء يرتاده الناس للتمتع بالبيئة الوعرة، ومراقبة الشفق الشفوق عند الغسق. يتمددون في أكياس النوم بالليل يأملون النجوم والأقمار الصناعية. إنها البرية. برية يديرها الإنسان. حراس الغابة يصونون الممرات ويسألونك ألا تختصر الطرق. هم في أدب يكتبون لك بطاقة المخالفة إذا تخيمت قريبا جدا من إحدى البحيرات. ولقد يقلت زمام دب فيختر وينقل بالهليكوبتر إلى منطقة بعيدة. في بعض المناطق البرية (مثل الحديقة القومية في كوستاريكا) تتضمن الإدارة ما بين الحين والحين إجلاء بعض المتطولين الجوعى الذين يقتطمعون خلسة مساحات من الأرض يزرعونها. تتضمن الإدارة دائما بدائل واختلافات في الآراء، للإدارة دائما ثمن. الإيكولوجيا سياسة.

ونحن لا نستطيع أن نترك الطبيعة وحالها. من بين أسباب ذلك، وهي عديدة، أن كل شخص منا يظل يلمسها. وحيثما تمضي المعلومات، تتبعها الإدارة. يختار الناس الماء والتربة والهواء، يحصون الطيور والحيوانات والأزهار - والمعلومات تقود إلى الفعل. لقد أصبحنا وقد تعودنا على قوانين الجودة، جودة الماء وجودة الهواء، وعلى حماية الحياة البرية على المستوى المحلي والإقليمي. وتجميع اليوم معلومات الجديدة يؤدي بسرعة إلى إدارة على مستوى الكرة الأرضية.

العلم والإيكولوجيا والمسياسة والفن

يتسم الجدل حول الإدارة الإيكولوجية بالفوضى، ويصعب على المحادلين أن يتصوروا كيف يحسم الجدل. البعض يتوسل بالعلم، لكن "الحقائق" أبداً لا تكون كاملة - إنما هي دوماً محل شك. والبعض يتوسل بالطبيعة، لكنها هي

الأخرى تكليك مزعزع. يبحث الجميع في جنون عن مبدأ لا إنساني كحكم
آخر وسند.

وفي كل الانجذاعات، يقاوم الناس الاعتراف بشيء يجب أن يكون واضحاً
- أن هناك بكل الجدل البيئي عنصراً ثقيلاً من الميول الشخصية.
فالأحاساس الذاتية -والإنسانية- والعواطف والقيم موجودة دائماً.
الإيكولوجيا فن مثلما هي علم. الجدل البيئي عادة ما يكون في حقيقة أمره
أفكاراً عن الجمال متنافسة. معظمنا يقول إننا نحب بحيرة الطبيعة، لكن البعض
قد يحب الطبيعة في قاحلات إلينوي وبها أشجار، بينما يحبها غيرهم أكثر
دون أشجار. تبتكر الجماعات المختلفة من الناس حججاً (كلها لا
إنسمر كزية جديدة بالثناء) تعضد بها البدائل التي يستحسنونها للإدارة.

ومع تحركنا نحو مجتمع بيومعلوماتي، سيدرك الناس حتمية الإدارة وتلازم
الجماليات الإنسانية والسياسات الإيكولوجية. وهم إذ يفعلون هذا سيثرون
البعض من الجدل المتع حقاً - سيخلقون بيئات جديدة، مثلما سيخلقون
بيئية جديدة - طريقة للتفكير في مثل هذه الأمور تختلف تماماً عن إحساس
زماننا هذا المتحول المشوش.

الفصل الثاني عشر مدرسة بلا حدود

مهما توغلنا في المستقبل، فسيكون هناك دائما أشياء تحدث،
ومعلومات ترد، وعواظُ تمتكشف، بحال متسع أبدا للحياة والعسى
والذاكرة.

- فريمان دابسون

ما التطور، إذا أنت تعمقت إلى الجوهر من قلبه وروحه؟ إلام ينصرف؟ لا
شك أنه ينصرف إلى معايير دارونية قديمة، تكيف وبقاء. وهو ينصرف أيضا
إلى التغير - مؤكداً ليس فقط التغير التدريجي الذي يفكر الناس فيه أحيانا عند
التمييز بين التطور والثورة. لكن يبدو أنه يتعلق بالتعلم - اكتساب المعلومات
واستخدامها ونقلها.

كل ما يحيا منشغل بالتعلم، ومع تكشف العلم الجديد الغريب للحياة
الاصطناعية يبدو الأمر وكأن تلك الكائنات الإلكترونية الصغيرة داخل
الكمبيوتر تتعلم هي الأخرى. الأنواع تتعلم بالطريقة الصعبة - من خلال
الانتخاب الطبيعي. وآحاد الحيوانات تتعلم من جيناتهما، وتعلم أيضا من
خبراتها إبان حياتها. وبشكل عام، يمكن القول إنه كلما ارتفع الحيوان في
سلم التطور كلما ازداد اعتماده على المعلومات التي يكتسبها من خلال تعلمه
التحريجي، وكلما قل اعتماده على المعلومات التي يولد بها. التعلم هناك في
كل مكان، في كل فعل وفي كل حياة. يتعلم البشر كيف التحكم في
الأمراض عن طريق المضادات الحيوية، وتعلم البكتريا كيف تقاوم المضادات
الحوية، ويتعلم البشر أن عليهم أن يتعلموا طرقا جديدة لمقاومة المرض. يتعلم

الكمبيوتر، مع البرمجيات الصحيحة، أن يلعب دور شطرنج أفضل. كذا تسير الأمور في العالم، وفي الكون كله على ما تشير الشواهد. يلخص ريتشارد دوكنز وجهة نظره الخاصة باستعارته الشهيرة عن صانع الساعات الأعمى: التعلم يحدث "وخلاص". يعي دوكنز أن "الانتخاب الطبيعي هو الساعاتي الأعمى، هو أعمى لأنه لا يستطيع أن يرى أمامه، ولا يخطط للنتائج، وليس ثمة هدف يسعى إليه".

رقصة السلالات الثلاث

عندما أشرت إلى تعلم البكتريا والبشر والآلات، كنت أمزج ما بين ثلاثة أنواع مختلفة من التعلم. ظهرت هذه على مراحل مختلفة أثناء تقدم التطور، وهي تستعمل نظاما مختلفة من المعلومات. أما أولها، وهو نظام التعلم البيولوجي - الذي نشأ في مرحلة بدائية جدا من الحياة على الأرض، وإن كانت مرحلة متقدمة جدا من التطور في الكون - فقد دَفَعَتْه قواعد الانتخاب الطبيعي، وهو يستعمل الجينات في تخزين المعلومات ونقلها. والنظام الثاني هو الثقافي، "الدنا الثقافي" من رموز ولغة، وبه أصبحنا قادرين نظريا على أن نتعلم من أي شخص وعلى أن ننقل المعلومات إلى أي شخص. أما الثالث فهو نظام "خارج جسدي" (أي خارج جسم الانسان) يتألف من الأجهزة، وتضم هذه كل المنتجات المصنوعة - من الرسوم على جُذُر الكهوف إلى الكسب إلى التليفونات إلى النظام الهائل للأقمار الاصطناعية والكابلات والكمبيوترات وبنوك البيانات التي تزدهر الآن على طول الأرض وعرضها - المنتجات التي ليست أجزاء من أجسادنا البيولوجية لكنها تصبح أجزاء متممة لتفكيرنا وتعلمنا واتصالاتنا. تطلق سوزانثا جوناتييليك، من سري لانكا والولايات المتحدة - وهي مُنظِّرة من أجدر منظري التطور بالجيل المعاصر - تطلق على هذه النظم الثلاثة اسم "سلالات" - كلمة لطيفة تحمل معنى التراث، شيء مستمر إن يكن يتغير مع الزمن كمثل عائلة ملكية.

هناك إذن ثلاثة نظم للمعلومات: وراثي، ثقافي، خارج - جسدي. كل ينمو عن مرحلة تطورية تسبقه، وكل - بطريقته - يدفع التقدم العام للنوع. وأحب أن أجعل هذا واضحاً: عندما أتحدث هنا عن المعلومات فإنني استخدم الكلمة كما استعملها يولوجيو التطور التقليديون - لتعني تعليمات عن طريقة التعامل مع البيئة. وعندما يتحدث يولوجيو التطور عن التقدم، فهم لا يعنون فقط التقدم في التكيف، وإنما أيضاً التقدم في القدرة على التكيف (التكيفية). والتكيفية تتعلق بالاستجابة للتغير، وهذا ما تفعله الأنواع المختلفة بطرق مختلفة ودرجات مختلفة من النجاح. وهو ما سابينس مشهور بقدرته على التكيف، والقدرة البشرية على التكيف هي نتاج التطور الثقافي. فأجسادنا في ذاتها ليس لها كل هذه القدرة على التكيف، غرائزك لا تمضي بك بعيداً إذا ما انقطع بك في مناخ مُعادٍ.

والتحولات التطورية التي ناقشناها في فصول سابقة لا تتضمن التعلم فقط، وإنما تُعلم طرق جديدة للتعلم. فما بين الحين والحين - كما حدث في تطور هومو سابينس - تتخذ العملية قفزة إلى مرحلة أخرى، وتبدأ سلالة جديدة، تمضي على طول مسالك جديدة في الاستكشاف والنمو والتعقيد والتكيفية. يسرع بعض التطوريين من أمثال دانييل دينيت، زميل دوكنز، يسرعون يذكروننا بأن هذه ابتكارات يشكلها التطور، ثم يستخدمها في رفع نفسه إلى مستوى جديد، أي دون مساعدة من الخارج. وسواء أكانت أوناشا أو عوناً من الخارج، فإنك تواجه بالحقيقة الواضحة إن تكن تلبخ العقل، وتلهم، وتفرغ أحياناً - حقيقة أن العملية التطورية تتعلم أحياناً طريقة جديدة للتعلم - وعندما تفعل ذلك، تغير من معدل تغيرها.

لفتت جوناتيليك النظر إلى شيء غاية في الغرابة والفنتة يتعلق بالسلالات الثلاثة للمعلومات، ذلك أن لكل منها سرعته التطورية الخاصة؛ كل منها أكثر قدرة على التكيف من السلالة التي تسبقه. الثقافة تتغير بسرعة تفوق التغير في جيناتنا، والكمبيوتر يتغير الآن أسرع منا. ثمة شيء آخر يحدث: كل

سلالة جديدة تحول السلالة التي سبقتها وخلقتها. عندما ظهرت الثقافة، تغير التطور البيولوجي للبشر، وعلى الخصوص: محابة ذوي المخاخ الأكبر، ذوي القدرة الأعلى على معالجة الرموز، التي هي مادة الثقافة. وبظهور كل نظام معلوماتي جديد - اللغة، الكتابة، النمط القابل للتحريك - تنتج ثقافة جديدة، أنماط جديدة من التغير الثقافي. تُخلَق شبكات المعلومات / الاتصالات الآن ثقافة كرضية عامة، تُمكن الناس من معالجة الرموز بطرق جديدة وتؤثر في الثقافات المحلية جميعا.

هناك ما هو أكثر: كنا نتحدث عن القفزات المحوّلة في تطور البشر، التي نجمت عن بزوغ نظم معلومات جديدة. لكن الواضح أن الانسان لم يكن الوحيد الذي تأثرت مقدراته التطورية عندما ظهرت مملكة الكلام، والكتابة. مضت ثقافة البشر لتضم المعارف عن طرق تربية النبات والحيوان، وعن كيفية تحوير الأرض عن طريق الفلاحة والتعدين وبناء القنوات المائية. ومع التسارع الحالي في نظم المعلومات. جاءت كوكبة من تغيرات جديدة في قواعد التطور البيولوجي للأنواع وفي إيكولوجيا كوكب الأرض ذاته.

لغة نقطة أخيرة. إن سلالات المعلومات هذه ليست في الحق منفصلة. هي تظهر في مراحل تطورية مختلفة، ولها خصائصها المميزة التي يمكن تحليلها وقياسها ووصفها - لكنها نجدها في الواقع وقد امتزجت سويا في صورة معقدة وخلاقة. تتلاقى وتتداخل بطرق كثيرة. بدأنا كتابنا هذا باختبار للكيفية التي بها تطور أحد ضروب التعلم الثقافي البشري - الضرب الذي نسميه الآن: البيولوجيا - تطور مع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. الأدوات الجديدة والتكنولوجيات تحول الثقافة والثقافة تحول علم الوراثة - والعكس بالعكس، التأثيرات الوراثة - كما يقول البيوسوسيولوجيون - تساعد في تشكيل الثقافة. ولقد تمكن الناس عن طريق الثقافة وحدها من أن يصنعوا الأدوات الجديدة والتكنولوجيات. رقصة تطورية ثرية ومعقدة،

ومحاولة اختزالها إلى عنوان بائخ مثل "الاحتمية التكنولوجية" ليست سوى مضیعة للوقت أي مضیعة.

يشمل التطور الآن كل نظم التعلم الثلاثة هذه، ونحن لا نستطيع أن نفهم عن التطور شيئاً على الإطلاق - نعي أننا لا نستطيع أن نفهم ما يحدث لنا أو لعالمنا - دون أن نأخذ هذه النظم في الحسبان. وهذا يعني - خصوصاً - إدراك أن ثمة انفجاراً في السلالة الثالثة - نظام ما هو خارج الجسد - يغير الآن كل شيء.

وقد يبدو من المفارقات حقاً ألا يكون التطور في جنس الإنسان في الوقت الحالي أمرَ تغير وراثي، بينما نحن على الأبواب قرن مستوده التقدمات في علوم الوراثة. إننا لا نزال نولد تقريباً بنفس المخاخ ونفس الأجساد التي كان يولد بها أسلافنا منذ آلاف السنين. لكننا نمضي لنصبح مختلفين تماماً عنهم إذ نستوعب المعلومات الثقافية لزماننا، إذ تغدو مخاخنا وجسومنا مزيدة بابتكارات ما كنا نتخيلها، إذ نصل أنفسنا بروابط جديدة مع شعوب أخرى ومع المحيط الحيوي.

لعل أهم ما يحدث الآن للبشر من تغيرات وراثية هو ما ذكرته في الفصل السابع، الانخفاض الحاد في الرية الداخلية الذي نجم عن زيادة تحرك الناس، ولقد تسبب الهجرات البشرية الهائلة التي تحدث في زماننا هذا الكثير من المشاكل الثقافية والسياسية - ومثل هذا التحرك لا يعجب بالتأكيد أصحاب الإقليمية البيولوجية - لكنها من وجهة النظر الوراثة تطور صحي : المعدل الواسع النطاق لاستيراد أسد الجيل من تكساس لرفد المستودع الجيني المنهك للنمر الأرقط في فلوريدا. وهناك من الشواهد ما يعضد المخاوف بأن بعض التدهور في المستودع الجيني يأتي عن الأثر التجمعي لكل ما يُجرى لعلاج الأمراض وإنقاذ الحياة. ربما كان الجينوم البشري يتقلب بطرق شتى، لكن لا

يبدو لنا في الأفق أي تغير وراثي جوهري في الحالة البشرية. إن هومو سايننس - لحد علم الدنيا - لا يزال هو هومو سايننس.

ربما وقعت تغيرات أخرى في المستودع الجيني البشري إذا أصبح علاج الخطب الجراثومي واقعا علميا (ومة بولاً اجتماعيا). لنا أن نتصور أن تنخفض كثيرا بعض العيوب الوراثية، بل وأن تختفي. لكن هذا ليس هو الاتجاه الذي أبحث فيه عن المستقبل القريب للتطور البشري، إنني لا أتوقع ظهور مخاخ أذكى وأحسام أقوى عن طريق قوة الوراثة السحرية. ربما حدث هذا يوما، لكنه ليس قريبا. أما ما أتوقعه فهو كميوترات أذكى، أكثر اندماجا في حياتنا بطرق لا تخصى، ثم زُيد أكثر للجسم البشري. والواقع أنني أظن أن الكمبيوترات ستغير بسرعة حتى لتكاد تختفي - أن تفقد المكانة العليا التي تحتلها الآن في مكاتبنا وعلى جِجْرنا وفي محادثاتنا، لتبقى حولنا في كل مكان في صورة أدوات ذكية، ومنازل ذكية، بل وربما ملابس ذكية. يقوم العلماء، بعمل الميديا بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، بالترويج لمفهوم البودينست (شبكة الجسم) - الجسم البشري، بمعنى ما، يرتدي كميوتره ويتصل من خلاله بغيره من الناس أو بنظم المعلومات. بهذه الطرق وبغيرها سيتطور الإنسان من خلال سلالات الثقافة والتغير التكنولوجي.

لم يحدث أبداً في نُظْم المعلومات ما يقارن بمثل هذا الانفجار الذي يجري الآن، ولن يستطيع ولا حتى مستقبليّ أحق أن يدعي معرفته بالضبط عما قد يتخذه هذا التقدم من صور. إننا لا نستطيع أن نتنبأ بهذا - لكننا نستطيع باطمئنان أن نتنبأ بأن التقدم سيستمر بعض الوقت، بل ولن يكون من المحذور أن نخاطر بالتخمين بأن معدل تغيره سيستمر في الزيادة - هو لن ينتج فقط زيدا في عقل الانسان وجسمه، وإنما سيحتاج أيضا وسائل جديدة لإدارة الأنواع الأخرى والنظم الإيكولوجية، بجانب شبكة كرضية للاتصالات أسرع وأكثر إحكاما، وقدرة تعاظم لدراسة كوكب الأرض ككل وتقييم التغذية المرتدة من نُظْمه المختلفة.

وعلى هذا فإن الإطار لمعالجة التطور الآن هو: أدنى تغير في الطبيعة الوراثية للجنس البشري ككل، وتغير أسّي في نظم المعلومات خارج الجسمية - ثم، بالحثم، تغيرات سريعة جدا في الثقافة. سيدفع التغير التكنولوجي حدوث التغير الثقافي، لكنه لن يحدد نتائجه. أما ما يعنيه هذا فهو أن على الناس أن يقوموا بخيارات أكثر.

الثقافة هي الجزء من التطور الأقرب إلى شعورنا - لأن شعورنا ثقافة - وهي أيضا، بشكل ما، الأكثر غموضا. لقد رأينا قدرأ لا يصدق من التغير الثقافي في غضون العقود القليلة الماضية، وسنرى أكثر في العقود القادمة. والحق أنني أتوقع أن تشهد الفترة التالية مباشرة، أسرع التغيرات الثقافية التي خيبرها الانسان، وأن تُختبر إلى الحد الأقصى قدرتنا على هذا التغير. كثيرا ما يتحدث الناس عن القدر الممكن من التغير الثقافي، لكن ليس ثمة قواعد صارمة تحكم ذلك - أو، إذا وُجد ثمة - فإننا لا نعرفها. ستجلب هذه الفترة تكريضا مستمرا للثقافة، مع اتصالات متزايدة وتحركات، وستجلب تحركات مضادة - الأصولية والتعصب الأقليمي والمذاهب المحافظة والارتجاعية والكثير من الحركات التي تقاوم الاتجاه نحو التكريض.

في هذه الصفحات الأخيرة أود أن أعالج ثلاث نكات من القضايا الثقافية لها أهميتها القصوى مع تحركنا إلى هذا المجتمع الكرضي اليوم معلوماتي: الأخلاقيات والعدالة والتوجيه. وأخيرا فسألمس ما أعتقد أنه أهم القضايا الثقافية طرا - أية قصة نحكيها، كيف نتحدث عما نتحدث عنه.

الأخلاقيات في التطور

من بين الملاحظات المألوفة عن التكنولوجيات المتكاثرة لليوم معلومات أنها تبسط للناس خيارات أخلاقية جديدة. هذا صحيح تماما، لكن الأمر أكثر من

بمجرد اتخاذ قرارات أخلاقية. إن علينا أيضا أن نقرر: أخلاقيات مَنْ تلك التي سنستخدمها عندما نختار؟

إننا نحيا الآن الحضارة الكرضية لما بعد الحداثة حيث تعدل العقائد والقيم الثابتة للعقائد التقليدية والنظم الاجتماعية والإيديولوجيات في كل اتجاه. أقول إن الحقيقة لم تعد مثلما كانت. فلقد تُقرر أن تجعل حياتك أسهل قيادا وتقلل من مجال الاختيار إلى أبعاد أقل عمرا فتعلن الولاء لنظام عقائدي موطد مثل الكنيسة الكاثوليكية - لكن هذا في حد ذاته خيار آخر. فإذا اتخذت هذا القرار، فعليك أن تتخذ قرارات أخرى فيما إذا كنت ستستمرد بعيدا عن جماهير الكاثوليك أم ستلتزم بالدين، فيما إذا كنت ستمارس الشعائر بأكملها أم ستختار القيم والمبادئ التي تلائمك. يتخذ الكثيرون هذا المسيل الأخير على غير هوى آباء الكنيسة، ليصبحوا من "كاثوليك الكافريا"، كما يُسمون، الذين يتقنون ويختارون من بين التعاليم. لدينا أيضا بروتستانت الكافريا، وماركسيو الكافريا، ومسلمو الكافريا، وكافريا الأمريكان المحافظين.

مهمة الأخلاقيين المعاصرين تختلف إذن عن مهمة السلطة التقليدية، التي كانت - ببساطة - تضع القواعد. غدا من مهامهم إعادة تفسير وإعادة ابتكار النظم القديمة للقيم والمعتقدات ومساعدة الناس في تحسّس طريقهم إلى عالم جديد من الحقائق المتعددة المتغيرة أبدا. لم تعد القواعد الأخلاقية القديمة، عند معظمنا، تلائم عصرنا الحالي. هي قد توجّه، لكن الواقع يقول إن الناس في زماننا يبتكرون الأخلاقيات ويشكلونها ويختارونها ويتفاوضون بشأنها، والمفروض أن يتم التفاوض بشأنها لأن هناك لأية قضية العديد من المواقف المختلفة الممكنة - مداعل أخلاقية مختلفة اختلافا جزريا.

من المفهوم إذن أن يحاول الناس أن يجدوا طريقا مختصرا عبر هذا التشوش بالبحث عن معنى أخلاقي بسيط يبدو واضحا ومقبولا لدى الجميع. والطبيعة

مفتاح من المفاتيح المفضلة - أروع دليل يسهل التمكن منه، وقد يكون الأقل نفعا. أما المشكلة مع هذا المبدأ الأساسي بالذات فهو أننا نعتقد أن له معنى وطيداً عاماً غير ثقافي، ومن ثم فهو يربحنا من بعض عبء الاختيار. لكنه لا يربحنا: فالأفكار حول ماهية الطبيعة و ماهية السلوك الطبيعي متشعبة بشكل هائل وتختلف باختلاف الثقافة. أوضح الأنثروبولوجيون أن ما يُعتبر عند شعب سلوكا صحيحاً طبيعياً - مكان عَرَضِي، مثلاً، لرجال قبيلة إلينحوت بشمال الفلبين يجزّون فيه رعوس الأعداء، أو ممارسة الجنس عن طريق الفم بين الذكور من الأطفال والمراهقين في غينيا الجديدة - هو فساد خلقي قطع عند غيره من الشعوب. وليس من الواضح على الإطلاق إن كان لكل الثقافات حتى مفهوم من الحضارة يقارن بمفهومنا.

فإذا كان ما تعنيه بالطبيعة قطعة من سطح الأرض لم تتأثر على الإطلاق بفعل البشر - فاصرف النظر. ليس ثمة نظام إيكولوجي كهذا، ليس ثمة حيوان، ليس ثمة مكان - ولم يكن ثمة منذ زمن أبعد مما يظن بيل ماك كيبين مؤلف كتاب "نهاية الطبيعة". فإذا كانت الطبيعة عندك تعني الكون، حسناً؛ لكن هذا بالطبع يضمننا نحن وآلاتنا وبالوعاتنا وأكوام الخبث. الكلمة طيبة تماماً وفي المتناول - ليست بأكثر غموضاً من العديد غيرها من مفرداتنا الغامضة - نستعملها عند الحديث عن المناطق البرية، أو عشق الخلاء المفتوح والكائنات الحية، أو ما نفعله دون أعمال الكثير من التفكير. لكنها لا تتصف بالدقة، وليس لها قيمة أيا كانت كدليل نميز به الفعل الصحيح من الخاطيء. إنها أشبه ما تكون باستعمالنا الشائع لكلمتي "أبيض" و "أسود" للتمييز بين سلالات البشر - نعي ألا سبيل إلى اجتنابها وأنها خالية أصلاً من المعنى.

من المفهوم تماماً أن يتعلق بعض الناس بالطبيعة - مثلما يتعلق غيرهم بالموضوعية العلمية أو بالدين - على أمل أن تقدم الطبيعة إرشادات عليا خالدة تهديهم في تعقيدات هذا العصر، وتخدم في إسكات صوته اللاأخلاقين، وتحسم الجدل نهائياً. لكنها لا تلي هذه الحاجة. ولا يليها

العلم أيضا. لكل فائدته المحدودة، لكنها ليست كافية. ليس منها ما يتقننا من نعم هذا الزمان وعذابه.

فإذا كنت تبحث عن بصيرة في الوضع الأخلاقي بزماننا، فلتذهب إلى مكتبة عامة متوسطة الحجم، وستجد كتباً لأخلاقيات الجناح الأيمن، وأخلاقيات الجناح الأيسر، وأخلاقيات العصر الجديد، وأخلاقيات العودة إلى الطبيعة، وأخلاقيات المنهج النقدي المهلّل للعلم. يبدو أن البعض من مؤلفي هذه الكتب يريدون الاعتراف صراحة بأنهم يستهدفون جمهوراً محدوداً - ثقافة ثانوية بذاتها - لكن الكثيرين منهم يعتقدون على ما يبدو أنهم يستطيعون التحدث إلى كل شخص وعن كل شخص. ما عليك إلا أن تخطو إلى الخلف خطوة أو خطوتين، ثم تنظر إلى تلك الرفوف ككل، وسترى حقيقة هذا العالم الذي نحيا به: إنه عالم ذو أخلاقيات عديدة.

وهذا الوضع ليس على الإطلاق وضعاً ميوساً منه، وإن وجدته البعض كذلك. إنما هو عصر حيوية رائع. الإجابات الأخلاقية لا تصلنا من أعلى من عند جبابا، وهي لا تأتي مطبوعة عن الكمبيوتر. إنما نجدّها في الديالوج - أو الملتيلوج إن شئت - مع الآخرين. في الديالوج مع تقاليد الماضي ومع المعلومات المتغيرة أبداً. ونحن نحس ما نبتدعها هكذا، اعتبارياً من لا شيء. إننا نبتدعها بالتعلم وبالعدل عنه - بأن نراجع دورياً معلوماتنا وافراضاتنا. وعندما نقوم بخياراتنا الأخلاقية - التي كثيراً ما تكون مسألة حياة أو موت - فمن اللازم أن يكون ذلك في تواضع، عارفين أن معلوماتنا ناقصة.

أما أفضل مثال على نوع العملية الأخلاقية التي نحتاج منها الكثير في مجتمع اليوم معلومات، فربما وجدناه في عمل المستشارين الوراثيين الذين يعاونون الناس على اتخاذ القرارات بشأن مواضيع مثل الفرز الوراثي. يقدم المستشار للزبون - عادة زوجين يرغبان في الإنجاب - المعلومات العلمية وتفسر النتائج

والبدائل المتاحة. ثم إنه يشجعهما على أن يتفحصا، وأن يأخذا في الاعتبار ما تقولهُ تعاليم التقاليد الثقافية أو الدينية التي يتبعان إليها. كما أنه يشجعهما أيضاً على أن يتحدثا سوياً، ومع العائلة، ومع الآخرين ممن واجهوا مشاكل مماثلة. إنها عملية بشرية تجسد حكمة إنسانية معينة، وهي أسمى كثيراً من تلقين تعاليم الإنجيل أو آخر أعمال الإيكولوجيا الغويطة. الجدل الأخلاقي في زماننا إما أن يكون حواراً أو أن يكون لا شيء.

العدالة في التطور

السياسة كما يعرفها هارولد لاسويل، العالم السياسي الأمريكي العظيم، هي قضية : من يحصل على ماذا ومتى. ربما كان هذا تعريفاً غير رومانسي (وبالطبع غير إنسمركزي) لموضوع بحث أفلاطون ومونتسكييه وماركس، والشغل الشاغل لقيصر ولينكولن وتشرشل، لكنه تعريف ذو معنى، ولقد بدأت أعتقد الآن أن له معنى أكثر من أي وقت مضى - الآن حيث قد يكون للأفعال السياسية تضمينات تطورية لا تؤثر فقط في الناس وإنما في كل صور الحياة على الأرض.

إن أكثر أفضايات التي تواجهها المجتمعات البشرية اليوم إلحاحاً وتفجراً وحتمية هي قضايا العدالة، وقضايا من يحصل على ماذا ومتى وكيف. قد لا تكون الفجوة الواسعة التي ظهرت بالعالم في الثروة والفرص "مشكلة كرضية" مفردة مقارنة بتهديد تغيرات مناخ الأرض أو انقراض الأنواع - لكنها المشكلة التي قد تعوق حل ما غيرها، لأنها تجعل من يحتاج حطب الوقود لا يستجيب للتحذيرات عن ارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو، ولأنها تدفع الجوعى أو الفقراء إلى صيد الحيوانات المهددة والقضاء عليها.

أما أكبر أسئلة عصرنا، السؤال الذي لم يجد إجابته، فهو ما إذا كانت ثورة المعلومات والثورة البيولوجية ستسهمان في سد هذه الفجوة أم في توسيعها. اشتركت في مؤتمرات عديدة ومناقشات حول هذه القضية،

ووجدت الناس ينقسمون إلى فئتين. البعض - المتفائلون بالسييرة - مقتنعون بأن المعلومات والبيوتكنولوجيا لا تعمل بالقواعد القديمة لنُدرة الموارد، وأنها ستتشر صريحا حول العالم - لتُقدّم حلولاً جديدة لمشاكل الفقر والمرض وتحطيم البيئة. والبعض الآخر - المتشائمون - متأكدون بأننا لن نجني سوى توسيع الفجوة، بل وربما أيضا صدعاً أكثر عمقا وقبحا مما عرفه العالم عمره - يشب الأغنياء في جذل إلى الأمام يلحون مجتمع اليومعلومات، بينما الجماهير غير المستترة يخوضون في أوحال بؤس التلوث والازدحام.

إنني متأكد من أن المتشائمين على حق في نقطة واحدة: أن لشورة المعلومات القدرة على أن تجعل الفجوة أكثر وضوحاً وإيلاماً وخطراً. نحن في الدول المتقدمة قد لا نفعل الكثير من أجل توفير الغذاء والإسكان والكساء والعمل لشعوب المناطق الأفقر من العالم، أو من أجل تمكينهم من توفير ذلك بأنفسهم - لكننا على ما يبدو مهرة غاية في المهارة في تصدير صور خيالية عن الطريقة التي يحيا بها الأغنياء الشَّباعي - مؤطرة أحيانا في تمثيلات تليفزيونية وسينمائية.

يلو أن هناك الآن ضروبا أخرى لانتشار المعلومات أكثر تعقيدا. بدأ الناس الآن في كل مكان يدركون أن بالعالم أنواعاً مختلفة من الموارد - منها موارد كالجينات والبيانات البيولوجية لم تكن موجودة عمليا حتى عهد قريب جدا - وأن هذه الموارد قد تكون لها قيمة حياة أو موت حقيقية. وقضايا اليومعلومات معقدة، لكن بعض الأساسيات قد تكون سهلة الاستيعاب. من يعلم يعيش حياة أطول وأكثر صحة. المزارع الذي يعلم ينتج غذاء أكثر وأفضل. المجتمعات التي تعلم تدبير بيئاتها بصورة أفضل. الشركات التي تعلم تكسب أكثر. ربما كان ما يلي صعب الاستيعاب وإن كان الناس يكشفونه الآن: فكلمة "يعلم" التي كررناها هنا لا تعني فقط الحصول على المعلومات، إنما تعني أيضا معرفة طريقة استخدامها - ثم معرفة كيفية مواصلة التعلم، وهذا هو الأهم.

وما يحدث من ظلم معلوماتي في العالم ليس بالضبط فجوة ما بين الشمال والجنوب، لأن ما يسمى بجمعيات البحوث والتطوير "المتحولة الحرجة" قد ازدهرت بالفعل في مناطق غير متوقعة - أو إذا أردنا الدقة، ازدهرت دون إشارة إلى المكان على الإطلاق، وإنما هي تتشكل في صورة شبكات لا جغرافية. لكن، وعلى الرغم من أن الصورة الجغرافية تبدو أكثر عتامة، فلا يزال واضحاً في الوقت الحالي أن فوائد عصر المعلومات تتدفق بصورة أكثر غزارة إلى حياة شعوب الدول المتقدمة.

هل من الممكن أن نعالج هذا بعملية هائلة تنقل فيها الموارد الجديدة إلى اقتصاديات الدول النامية؟ هذا ما يراه جان - جاك سرفان - شرايبر (أحد نشطاء التنمية الدولية، والمدير السابق للمركز العالمي للمعلوماتية والموارد البشرية)؛ لقد نادى بحملة عالمية لنقل المعلومات لمساعدة شعوب العالم الثالث على تحسين الزراعة والرعاية الصحية لديهم، وعلى تطوير صناعات مستدامة، وعلى التقدم نحو عضوية اقتصاد كرضي للمعلومات / الخدمات.

لكن هناك، لأسباب متعددة، من لا يتحمس كثيراً لهذه الفكرة. يشغل اليمين السياسي بمقدار ما يُنقل ويضر بمصالح التجارة والصناعة التي تتعامل في التكنولوجيا الرفيعة والمعلومات، والتي استثمرت كثيراً في البحث والتطوير ولها الحق في عائد. أما أهل اليسار فتقلقهم الكيفية التي بما يمزقون البنى الثقافية والاجتماعية لدى من يُفرض أن يكونوا المتفعين. والبعض يرى أن مثل هذا النقل مستحيل لأن المؤسسات التعليمية والعلمية بالعالم الثالث ليست ملائمة. وهناك من يظن أن لشورة المعلومات والثورة البيولوجية من الزخم ما يكفي لأن تجري عملية النقل شتناً أم آييناً.

سنجد فيما دار من جدل حول مستقبل إنترلوكين-١٢ (إل-١٢) - ذلك العقار الفائق المحتمل - سنجد المثال الجيد على من يحصل في الواقع على ماذا ومتى وكيف، وذلك في صناعة يحركها الطلب. يبدو أن للعقار إل-١٢

استعمالات ضد مجال واسع مدهش من الأمراض - من السرطان إلى الإيدز إلى عذابات العالم الثالث كالمالاريا وداء الليشمينيا. تجرى الآن الاختبارات ضد الكثير من الأمراض، والنتائج في المراحل الأولى مشجعة، لكن ممثلي الشركات الحاملة لبراءة إل-١٢ قد انقلبوا مذبذبة من احتمال أن يفرض عليها أن تطوّر أولاً منتجاً لدول العالم الثالث. كتب أحد محرري مجلة "ساينس" في تغطيته ندوة عن إل-١٢ عقدتها المعاهد القومية للصحة، كتب يقول إن ممثل إحدى الشركات المعنية (شركة مجمع الوراثة) قد حذر من أن نجاح إل-١٢، في هذا الوقت، ضد الليشمينيا مثلاً سيكون "كارثة" بالنسبة للشركة، إذ ستسبب لتصعيد تصنيع يتكلف ملايين الدولارات. سم ينتهي الأمر بتوزيع العقار عن طريق منظمة الصحة العالمية، التي ستقوم بطرحه بالإنجاء تقريباً، وترك الشركة لتحمل تكاليف هائلة دون أن يصلها من الدخل إلا القليل، إن وصل شيء من أصله.

يصعب أن نتوقع من شركات تعتمد على ما يغذيها من رأسمال - من شركات كثيراً ما تقضي السنين تنفق ملايين الدولارات على البحوث قبل أن تصل إلى منتج رائج - يصعب أن نتوقع منها ألا تهتم بأن تقدم بعض الربح للمستثمرين. لكن حافز الربح سيقود لا محالة إلى توجيه بحوث أكثر نحو تطوير منتجات لمن يمتلك الثمن. يحدث أحياناً أن يصبح المنتج بعد فترة أكثر إتاحة فينخفض السعر؛ لكن خلال هذه الفترة الفاصلة يموت الكثيرون ويعاني الكثيرون. تتضمن محاولات سد الفجوة بحوثاً تدعمها منظمات دولية مثل اليونيسكو، أو وكالات التنمية في الدول المختلفة، ومنظمات التمويل الخاصة مثل مؤسسة روكفلر. تستحق هذه جميعاً عناية ودعمًا عمومياً أكبر مما تحصل عليه.

والتنمية المتواصلة - أكثر الشعارات رواجاً في أيامنا هذه - هي طريقة للتحديث عن قضية العدالة، وكل ما يوجّه إليها من نقد يركز أساساً في نوع العدالة التي يلزم أن نهتم به. يهتم رجال التنمية المتواصلة، أكثر، بالعدالة بين

الأجيال - يحرصون على ألا نستهلك الموارد التي قد يحتاجها الناس في المستقبل. لكن ويلفريد بيكرمان، الاقتصادي البريطاني، كتب في نشرة مطوية حديثة أخرى معارضة لليبيين - تحت عنوان "الصغير غي" - كتب يدفع بأن حركة التنمية المتواصلة كلها لا تفعل أكثر من أن تضع حاجات الأجيال القادمة (التي لا نعرف عنها شيئاً) فوق ثروة من يحيون الآن وخيرهم. يجادل بالقول إن ما علينا أن نفعله هو البحث عن طرق لتحسين توزيع الموارد بين سكان العالم الحاليين.

وكلا الطرفين للتفكير حول العدالة - القلق بشأن أجيال المستقبل، والقلق بشأن الفجوات الحالية بين من يملكون ومن لا يملكون - كلاهما يزدهر في مجتمع المعلومات، وكلاهما ينشأ بصورة لأبدية عن تكريض أجهزة الاعلام. يجلب عصر المعلومات انفساحاً في الآفاق فحاثياً غليظاً مروعاً. يتحول الغني المحفوظ إلى جهاز تلفزيونه ليشاهد المجاعة في الصومال. في نفس الوقت تصل الرسالة إلى الجوعى في الصومال، في صورة حية على الأغلب، بأن هناك الكثيرين في بقية أنحاء العالم يجلسون في المطاعم لا يقلقهم إلا نوع النبيذ الذي سيطلبونه. يندل نشاط حقوق الحيوان كل جهدهم حتى نحس بالآلام الكائنات الأخرى. سيناريوهات الكارثة الكرضية تذكرنا بالمستقبل ومثلونا بالشعور بالآثم لما نفعله لذريتنا. ينسبط المنظر السياسي الذي نحيا به، في كل الاتجاهات، يمتد في المكان، بل وحتى في الزمان.

نحو إيكولوجية التوجيه

ستصبح معظم القضايا التطورية العلمية في عصرنا قضايا توجيه، إن عاجلاً وإن أجلاً - كل القضايا حول أشياء مثل العلاج الوراثي، نقل الأعضاء، الحيوانات عمر الجنينية، البيوتكنولوجيا، بنوك الجينات، إدارة النظم الإيكولوجية، التنمية المتواصلة. وهذا أمر يصعب فهمه، لأن الكثيرين ممن يفكرون في ثورة المعلومات لا يأخذون هذا الموضوع مأخذ الجد. هم على ما

يبدو يأخذون المؤلف من المؤسسات والقضايا السياسية على أنها من الغريب المستملح. وعلى سبيل المثال كان "انفلات زمام التحكم" هو العنوان الذي أعطاه كيفين كيلي لكتابه الثير حول ثورة المعلومات. لقد اختتم كتابه هذا بقوله إن التوجيه لن يكون إلا في صورة تحكم من تحت إلى فوق:

إذا ما كان كل شيء متبصلا بكل شيء آخر في شبكة متفرعة ، حدث كل شيء في وقت واحد. وإذا ما حدث كل شيء في وقت واحد، أخذت المشاكل الرحية السريعة الحركة تدور ببساطة حول أي سلطة. وعلى هذا فلا بد أن ينشأ التوجيه عن أكثر الأفعال المتوافقة تواضعا - الأفعال التي تتم محليا في توازن - وليس عن أي تحكم مركزي. السوق قد يقودون أنفسهم، وفي منطقة التغير السريع الهائل المتباين، ليس من يقود سوى السوق. كسي تحصل على شيء من لا شيء، لابد أن يكون التحكم في القاع طي البساطة.

هنا أمامنا ثانية مفهوم التنظيم الذاتي، وأنا أعتقد - كما ذكرت بمواضع مختلفة من هذا الكتاب - أن هذا المفهوم لابد أن يؤخذ مأخذ الجد لموازنة الأفكار الأكثر تقليدية عن المهاركية والتحكم من فوق إلى تحت. فكل ما هو معقد، كعالم اليوم، لن يُحكم من موقع قيادة مركزي مثل الموقع الذي رأيته في مشروع "يوسفير ٢" (تبيين في النهاية أن هذا لم يصلح أيضا ليوسفير - ٢). لكن الوضع الكرضي ببساطة ليس وضعا يُصنع فيه القرار بشكل عفوي من تحت إلى فوق. ومع تنظيم العالم لذاته في حضارة كرضية ذات مسئوليات توجيه تتنامى وتغطي المجال الحيوي نفسه، فإن العالم يُمرّكز ولا يُمرّكز في آن. يتلاقى ويفترق في ذات الوقت.

أما عن كل ما يجري من حديث حول تصغير دور الحكومات ونظم الحكم الذاتي، فرما كان هناك اليوم في العالم من التوجيه الرسمي والسياسي أكثر مما كان قبالا. هناك قوة مركزية، هناك سلطة، هناك هيراركية. هناك، باديء ذي بدء، دول قومية أكثر. لم تعد هذه الدول البلاد الحصينة ذات

السيادة مثلما كانت (أو التي ظنت يوماً أنها كانت)، لكنها لا تزال تقوم بنصيب كبير من الحكم. هي تسن القوانين وتفرضها، وتجمع الضرائب، وتبني الجيوش، وتنظم التجارة. وهي تصنع المنظمات الدولية وتستخدمها - مثل منظمة الأمم المتحدة ومنظمة التجارة العالمية. وهي أيضاً تصنع ما شئت من "نظم" دولية من خلال آليات مثل معاهدة قانون البحار. لا تزال الدول القومية حية وفي صحة جيدة، لا يهددها خطر أن تتلاشى كما تصور البعض من المستقبلين المتهورين.

لكنها لا تحتكر التوجيه. القوي وصناعة القرار بل وحتى وضع السياسة: كل هذه تمر بمستويات عديدة، في الكثير من الأماكن، ويشارك فيها ما شئت من مشتركين. لقد غدا واضحاً منذ عقود أن الشركات عابرة القوميات تنافس الدول القومية كمؤسسات حاكمة. ذُهِل مراقبو السياسة الكرضية مؤخراً من النمو الهائل للمنظمات غير الحكومية (م غ ح) للمهتمة بأمور كالثلوث وحقوق الإنسان وقضايا المرأة - غو في العدد، غو في الحجم، غو في النفوذ. مر زمان كانت فيه المؤتمرات الدولية جموعاً من السياسيين والدبلوماسيين، أما الآن فإنها تتجه لكي تصبح كاجتماعات مجلس المدينة، إنمّا كرضياً - لمة من النشاط ذوي الاهتمامات العامة مع غيرهم من الممثلين غير الحكوميين. ذكر لي أحد مسؤولي الأمم المتحدة أن أكثر من ١٢٠٠ م غ ح قد شهدت مؤتمر القاهرة للسكان. هذا هو عدد المنظمات، لكن معظمها قد مثله عدد من الأفراد. تنخرط م غ ح كثيراً في صناعة السياسة على كل مستويات التوجيه - وهي في الأغلب لا تؤثر فقط، إنمّا تكون لها سلطة. بل إن للمنظمات غير الحكومية المحلية في بعض الدول النامية أهمية أكثر من الحكومات المحلية. وقد يكون لمة توجيه في هذه الحالة الأخيرة من تحت إلى فوق، لكن التطبيق يتم على الأغلب بتمويل من فوق إلى تحت من مؤسسات كالكنايس ورجال الأعمال - والحكومات. في قمة كوينهاجن سنة ١٩٩٥ أعلن آل جور نائب الرئيس الأمريكي أن إدارة الرئيس كليتون ستبدأ في

توجيه نحو نصف مساعداتها الخارجية عن طريق المنظمات الخاصة - يعني م غ ح - لا من خلال الحكومات.

ثم هناك مؤسسات أخرى يمكن أن توصف حقاً بأنها شبكات - ليس لها برلمانات، ولا دساتير، ولا حتى قادة بالمعنى التقليدي، ولكنها رغم ذلك أجزاء من نظام توجيه كرضي. ولعل أفضل مثال هو سوق العملة الدولي، الذي يتعامل في كل يوم حول العالم بما قيمته ترليون دولار - لم ينشأ هذا النظام الإلكتروني الكرضي الهائل ليؤثر في السياسة، وإنما للشراء والبيع - لكنه أصبح قوة فعلية تسهم في تحديد قيمة العملات. والواقع أن الحكومات لا تسيطر سيطرة كاملة على عملاتها، لا هي ولا أي منظمة دولية رسمية أو أي اتحاد بين الدول. وكما قالها والتر ريستون في كتابه "غروب السلطة":
تقيم الحكومات كلها الآن بمقياس المعلومات مثلما كانت قبلاً تقيم بمقياس الذهب :

الأسواق آلات تصويت تعمل عن طريق الاستفتاء . تتخذ الآن أسعار العملات في سوق مال العالم الجديد باستفتاء عام مستمر بين الآلاف من تجار العملة، في مئات من غرف التجارة حول الكرة الأرضية، كلها متصلة مع بعضها بشبكة إلكترونية هائلة توفر لكل تاجر سبيلاً فوراً إلى المعلومات عن أي عامل قد يؤثر في السعر. وهذا الاستفتاء المستمر يجعل مهمة البنوك المركزية والحكومات أصعب في التأثير على سعر العملات.

وكل ضروب نظم المعلومات هي الآن أجزاء من نظام توجيه كرضي. تتقل ميديا الأنباء الكرضية أكثر بكثير من الأنباء المحلية، فهي تأتي بوقائع من أقصى العالم إلى حشرات الجلوس في مازنا ، وهي تخلق الأروغاد والأبطال ، وهي تتدخل في تحديد ما نهتم به من قضايا وما نهمله. ثمة دراسة عن الدور المتعاظم "لحوادث الميديا" يُقَيِّم ثلاثة أبعاد من الحوادث - المباريات ، والفتوحات ، والتتويجات - كلها "مخطوطة" للاستهلاك العام : والكثير من

هذه قد أصبح الآن وقائع كرضية . أما تغيير الدراسة بالمباريات فهي وقائع مثل الألعاب الأولمبية . وأما قصة الفتححات فتضم الوقائع البطولية ، مثل واقعة المشي على سطح القمر لأول مرة ، ومثل المعارك الحقيقية في حرب العراق . أما التوقعات فهي الاحتفالات المشهورة ، مثل حفل زواج الأمير تشارلس في إنجلترا ، وهي واقعة حظيت بأكثر عدد من المشاهدين في التاريخ . أما الأنواع الأخرى من الحوادث - الكوارث الطبيعية ، الأعمال الإرهابية ، الجرائم البشعة ، الفضائح السياسية - فهي تنفجر في بيتها المحلية وتصبح لفترة من الوقت شأن كل الناس . وهذه الوقائع بمعنى ما من صنع الثقافة الكرضية . وهي تشكل أيضا مسرح السياسة الكرضية . لم تعد توقعات النجاح متألفة هذه الأيام بالنسبة لقائد سياسي لا يعيل إلى التمثيل على هذا المسرح - أو إلى الإخراج وكتابة التمثيليات .

أما الأجزاء من نظام المعلومات الكرضي الذي لا يوليه علماء السياسة إلا قليل الاعتبار فهي تلك التي أعتقد أننا سنلوك أنها الأعم - شبكات البيومعلومات المتنامية المتزايدة التشابك للمستشعرات عن بعد ، والباحثات ، وبنوك البيانات ، وبنوك المعلومات ، ومراقبات المحيطات والهواء واليابسة وعشائر الحيوانات . ستقوم هذه ، في تحضير جدول أعمال القرن الحادي والعشرين ، بدور أكبر من دور كل ما يحرك السياسة العالمية ويهزها من عوامل أكثر تقليدية - لأنها حقا نظم تعليم ، وستظل تدفعنا إلى إدراك أكبر بأن التوجيه البشري لا ينفصل عن حياة المحيط الحيوي .

وأما مصطلح "النظام العالمي الجديد" فلم يعد يحمل الكثير من المعنى - لاسيما بعد أن فشلت المؤسسات الدولية في إقامة ما يقتضيه المصطلح من سلام عالمي في عصر ما بعد الحرب الباردة - لكن هناك نظاماً للتوجيه دوليا جديداً ينشأ الآن . وهو لن ينشأ بإجراء واحد مفرد كما أنشئت منظمة الأمم المتحدة منذ نصف قرن - تبدو رؤيا التنظيم الذاتي ملائمة هنا - وإنما بالعديد من إجراءات متشابهة . يتضمن النظام: الدول القومية، المنظمات

الدولية الرسمية، الأعمال متعددة الجنسية، المنظمات غير الحكومية من كل ضرب، الشبكات كممثل سوق العملة العالمي، الميديا الكرضية للأنباء والتسلية، والمحيط العقلي الكبير من شبكات اليومعلومات الذي يطوق العالم.

قام معهد ميريديان الأمريكي الكندي في السنين الأخيرة، بالاشتراك مع منظمات أخرى ذات علاقة، قام برعاية بضعة مؤتمرات عن موضوع "التوجيه الكرضي"، جُمع فيها أناس من فروع مختلفة من المعرفة واتجاهات، في محاولة لفهمه. تَدَامَج تفكيرنا بالتدريج حول الاقتراح القائل بوجود ثلاث رؤى مختلفة متنافسة لما يحدث ولما يلزم أن يحدث. أما الأولى فهي رؤيا التمركز حول الدولة لعالم تحكمه - مثلما كان الحكم في القرن الماضي - دول قومية ذات سيادة باسم المصلحة القومية، تُحكَم بالقانون والمعاهدات وسياسة السلطة. وكتاب "دبلوماسية" لهنري كيسنجر وزير الخارجية الأمريكية الأسبق يعتبر التعبير الفصيح عن هذه النظرة العالمية. والثانية هي رؤيا التمركز حول العالم لتكوين حكومة رئيسية رفيعة، إما بتوسيع الأمم المتحدة، أو - كما يفضل فيدراليو العالم - بوضع دستور كرضي وتأسيس نظام جديد من لا شيء. أما الأخيرة فهي رؤيا التمركز المتعدد لمنظمات متعددة من أنواع متعددة، تتراب وتداخل، تتخذ فيها القرارات في أماكن عديدة. أطلق مختلف المشتركين على هذا النظام أسماء مختلفة. أطلق جيمس روزينا عالم المياسة عليه اسم "نظام متعدد الملوك"، وأطلق عليه هارلان كيليفلاند الدبلوماسي المستقبلي اسم عالم "بلا مسئول عام"، وأسمته الأنتروبولوجية ماري كاترين بيتسون "نظام عالمي غامض"، أما أنا فأفضل أن أسميه "إيكولوجيا التوجيه"، التي تصف مزيجا ديناميكيا من المنظمات والأفراد أشبه بالنظم الإيكولوجية - هو بالتأكيد ليس نظاما ثابتا، لأن أجزائه لاتبني تتغير وكذا النظام ككل، وله خصائص ذاتيات التنظيم، لكنه ليس تماما تحت فوقي: فمن بين أجزائه العديد من اللاعبين - كالكنيسة الكاثوليكية، والدول القومية الأوتوقراطية، ولجان الكونغرس الأمريكي، والكثير من الشركات

والمنظمات الخاصة، وجيوش في كل مكان - لاعبين تحكمهم أفكار عن السلطة أكثر عافظة.

بحثنا عن قصة

إذا كان لي أن أخص العمليات التطورية المختلفة التي ناقشناها، وأن أجملها جميعا في جملة واحدة عما يحدث لجنسنا البشري، قلت إننا نشهد تحولاً في الحدود بين ما هو مفروض وما هو مصنوع.

فعلى طول التاريخ عرف الناس خطا فاصلا ما بين العالم المفروض والعالم المصنوع: بين مجالات الحياة التي فهموا أنها تصلهم ببساطة - من الطبيعة، من التقاليد، بحكم الظروف - وبين تلك التي يمكن لحد ما أن يشكلوها حسب حاجاتهم ورغباتهم. عاشت الغالبية العظمى من الناس في مجتمعات يسيطر عليها المفروض، وقَبِلُوا ما يصطحيه من راحة وقيد. لكن هنا وهناك - في أوروبا مثلاً أثناء عصر النهضة - تحركت الحدود، وتملك الناس إحساس بهيج بما هو ممكن، ولقد يتضح هذا بجلاء في أعمال كتاب عصر النهضة من أمثال سيليني وميكافيلي ويكو ديلا ميراندولا. شعروا أن الحياة لهم، يتعلقون بها ويصنعونها. وعن هذا الشعور تدفق الابداع الهائل في الفن والفلسفة والتوجيه.

ولدينا اليوم من الإمكانيات ما يتجمل أمامه عصر النهضة.

رأينا في التاريخ الحديث، ولا زلنا نرى، تحولاً مبالغاً درامياً للحدود القديمة، توسعاً هائلاً لمساحة الحياة يمكننا فيها (بل وفي كثير من الأحيان، لابد لنا فيها) أن نختار وأن نبدع وأن نشيد، تحولاً يدفعه التغير في المعلومات والتكنولوجيات. ثم إن الربط الحميم المتزايد ما بين تكنولوجياتنا وحياتنا العضوية لا يقلل من حرية الإنسان وقدرته، بل يكون الأثر على عكس ذلك تماماً. إنه يحول وجودنا الشخصي مثلما السياسي. تمكّنتا تكنولوجيات تنظيم

النسل من اختيار مَنْ سيبدأ الحياة، أما خيارات "الحق في الموت" فتمكّنتنا من أن نختار متى وكيف تنهي الحياة. الناس يتدعرون النظم الإيكولوجية ويدبرونها، الجنس البشري بسرعة يتحول ليصبح مسؤولاً عن إدارة المحيط الحيوي برمته. بل إن الناس الآن يختارون، وهم مدركون، ما يعتقدون أنه الحقيقي، ثم المدي الذي يذهبون إليه في اعتقاداتهم. يختارون القيم التي بها يلتزمون ودرجة تمسكهم بها، يختارون الشعائر التي يقيمونها، يختارون الرّمز التي إليها يتمون وبها يتأثرون. كان البعض من هذه التغيرات يعمل بالعالم منذ قرون، لكن لم يسبق أن حدث في التاريخ ما يقارن بما حدث في عصرنا من تزايد في قدرة الإنسان على تشكيل بيئته الفيزيائية والثقافية.

وهذا بالطبع يكون أوضح ما يكون في المجتمعات الصناعية المتقدمة. الحريات والقوى الجديدة (وما يصحبها من هموم خاصة) لا توزّع - مثل كل شيء آخر في هذا العالم - التوزيع العادل. لكن كل هذا اللانصاف لا يجب أن يفرنا إلى الاعتقاد بأن تحول الحدود لا يحدث إلا في المناطق الأكثر تقدماً في التكنولوجيا والتعددية. فإذا اعتقدت هذا، فالأغلب أن ستسيء فهم ما يحدث للشعوب البعيدة البدائية إذ تكافح لإدارة بيئاتها وإعادة ابتداع ثقافتها التقليدية - لصناعة عالمها، إن أردت. إنه يحدث لكل الناس.

إننا جميعاً نصنع العالم، شئنا أم أبينا. والكثيرون منا لا يحسون ذلك. نفضل نفتش عما سببته ممارسات الإنسان لجهروته من دمار بشع للطبيعة، وعن الكرب المولم الذي حل مع الحرية الجديدة لتشكيل الحياة الشخصية والاجتماعية، ثم تتساءل عما إذا كان ثمة سبيل نرد به التطور إلى الوراء.

تشكل التحركات إلى الخلف جزءاً هاماً من السياسات المعاصرة. لكل دولة متقدمة قواها الرجعية - التي تتخذ عادة صورتين مختلفتين، وتتنبأ السلاح ضد سلاسل التطور المختلفة، هناك إلى اليمين الرجعيون الذين يقفون ضد التغير الثقافي، الذين ينشدون عصراً ذهبياً موهوماً من النقاء القبلي أو

الوطني. وهناك إلى اليسار الرجعيون الذين يقفون ضد التغير التكنولوجي، الذين يشدون عصرا ذهيبا موهوماً من الاستقرار البيئي. لكن، أيا كان ما يقوم به الناس، متهورين، من أفعال سيكولوجية وسياسية يسميها المحلل النفسي إريك فروم "هروبا من الحرية"، فإننا لا نهرب أبداً من مصيرنا الفريد.

ومع تزايد البيومعلومات، يُدفع الناس إلى إدراك أنهم قادرون بل ويقومون بتغيير البيئات الفيزيكية للحياة من حولهم. وهم يصبحون أيضاً أكثر إدراكاً بقدرتهم على الاشتراك في تشييد البيئة الرمزية، يصبحون كذلك لأنهم يعيشون في مجتمعات متقلبة تعددية وسط قراع بين الثقافات والثقافات المضادة - يدركون أن النسيج الخفي البالغ الأهمية من القيم والمعتقدات والمغزى الذي يمنع حياتهم شكلاً، والمؤسسات الرسمية للتوجيه التي تبنى مجتمعاتهم، كلها تخضع لأن يُعاد تشكيلها بأيدي آخرين.

الآن فقط، والقرن العشرون على وشك أن ينتهي، الآن أصبحنا قادرين على أن نجمع الأجزاء سوياً، ونلقى لأول مرة في التاريخ نظرة تجس الأنفس على التحول الذي يتشكل وتزايد سرعته عبر العصر الحديث. إنه تحول إلى عالم يصبح فيه الناس مسئولين عن البيئات الفيزيكية والرمزية التي يحيطون فيها: عالم لا تهبط عليهم فيه الإيكولوجيا ولا الثقافة - لا الطبع ولا التطبع. وربما كان هذا أصعب ما اضطلع به الإنسان من تحولات، لا ولن يخفف منه إدراكنا، الذي أخذ الآن يلوح، بأننا فعلاً نضطلع به. وسيكون إكمال هذا التحول هو النشاط السائد في بقية التسعينات وفي القرن الواحد والعشرين.

سيتم العمل معظمه - عند الكثيرين - على المستوى المحلي. سيتضمن تشكيل وإعادة تشكيل مجتمعات محلية ونظم إيكولوجية إقليمية - ربما لا أكثر من الاحتفاظ بدار أو عائلة أو أسلوب حياة. لكن لن يُسمح لأحد بحرف الانفصال عن النظم، النظم الكرزنية بالذات. عندما صاغ البيولوجي المرحوم

رئيه دوبرو عبارته "تصرف محليا وفكر كرضيا"، التقطها الناس ودارت بينهم كشعار جميل الجرس ذي تأثير غامض مُلهم - لكنهم تصوروا أنها مجرد نصيحة تأخذها أو تهملها. وها نحن نكتشف أنك لا تستطيع أن تتحو إذا لم تفكر كرضيا. أصبح شعار دوبرو دليل عصرنا، لكنه - في نفس اللحظة التي يحظى فيها بالقبول العام - يوحى بأنه على وشك الزوال. أما الحقيقة الكبرى التي تتحلى الآن فهي أن التمييز بين المحلي والكرضي لم يعد يعني الكثير - لا، ليس في عالم سكانه يتقبلون، أمواله وسلعه ومعلوماته تتدفق في حرية، والقلق حول مواضيع كغفر المناخ يشق طريقه إلى أفكارنا اليومية. نحن نتصرف محليا وكرضيا في آن، ونجد صعوبة شديدة في أن نجد فكرة أو عملاً محلياً خالصاً أو كرضياً خالصاً.

عمر العقدين الماضيين، كان من العصرية أن تقول إننا دخلنا "عصر الحدود"، وأن علينا أن نتعلم أن نحيا داخل مجال كامل من القيود الحديثة (أو المكتشفة حديثاً) مثل محدودية الموارد وقدرتنا التنظيم الإيكولوجية على امتصاص الملوثات. في هذا بعض الحقيقة، لكن الوضع قد أسيء فهمه تماماً. المؤكد أن خياراتنا ليست أقل، لا ولا قدراتنا، لا فردياً ولا جماعياً. على العكس، لدينا منها أكثر بكثير. فكلما واجهتنا حدود، تولدت خيارات أكثر، ومضيئنا نكتشف قوى جديدة ونكتشف الحاجة إلى استجابات نشطة. العالم إذن لا يصطدم بمخاطر بقدر ما هو يتقدم إلى مرحلة - لا نرى لها نهاية - من الإعادة المستمرة لتعريف الممكن. الجنس البشري، بالتغير التكنولوجي، يدخل حقلاً جديداً: لا مرة واحدة، وإنما المرة بعد المرة.

أصبح التطبيق الصحيح للمعلومات لحل المشاكل هو التحدي الأكبر لعصرنا. إنه لا يبرر الإيمان البسيط "بإصلاح تكنولوجي" سهل، لا ولا هو يبرر أيضاً الرفض البسيط للتكنولوجيا، وإنما هو يدفع الناس والمنظمات والحكومات في كل مكان للتعلم، كما لو كانت حياتهم تتوقف عليه - لأنها تتوقف عليه.

ولا نحن نرى نهاية لعملية التعلم هذه، إذ يبدو أن الاكتشافات العلمية والتكنولوجية الحديثة إنما تفتح آفاقاً أكثر لما يلزم جديداً أن نتعلمه. لا ولا تبلى في الأفق نقطة نهاية للتعلم عن التعلم - أن نتعلم ألا نفرقنا المعلومات، أن نفهم كيف نطبقها، أن نطور إحساساً أفضل بالمجازفات والمثالب، أن نقدر المخاطر التي قد تنجم عن أي استخدام - أو عدم استخدام - للتكنولوجيا.

أخطار كبار، إمكانيات كبار. الكثير لتعلمه، الكثير لنفعله. طيّب هذا الزمان للحياة !

معجم المصطلحات الإنجليزية

(أ) أنجليزى - عربى

(A)

| | |
|----------------------|-------------------------------------|
| accelerator | مُعَجِّل |
| activist(s) | نَشَط (نشطاء) |
| adaptation | تَكْيُف |
| agroforestry | الزراعة الغابائية |
| alchemy | خيمياء |
| alder | شجرة) الحور الرومى |
| Alzheimer | (مرض) الزهايمر |
| amniocentesis | ثَقْب السَّلَى |
| antelope | تَيْل |
| anthropocentrism | إِنْسَمَرَكْزِيَّة - مركزية الإنسان |
| antibody | جسم مضاد |
| antigen | أَنْتِيْجِين |
| antisense technology | تكنولوجيا التعطيل |
| apes | قَرْدَة عليا |

| | |
|---------------|-----------------------|
| archaeologist | زحل آ |
| asteroid | قمیخ |
| atmosphere | (رطوبت) رطوبت ا س لقا |
| atomization | نیون |
| atmosphere | سین |
| atmosphere | سین |
| atmosphere | رطوبت ا س لقا |
| atmosphere | قنن |

(B)

| | |
|----------------|-------------------------------|
| banking | سین |
| partners | ت ک لقا |
| paraphrase | (رطوبت) رطوبت ا س لقا |
| biochip | قنن |
| bioelectronic | رطوبت ا س لقا |
| bioinformation | قنن - ت ک لقا |
| biologicals | قنن |
| biomass | قنن |
| biomedical | رطوبت ا س لقا |
| biomimetic | رطوبت ا س لقا |
| biomimetic | قنن |
| biomimetic | رطوبت ا س لقا - رطوبت ا س لقا |

| | |
|----------------------------|------------------------------|
| bioinics | بيونيا - بيوالكترونيات |
| bioregionalism | بيوإقليمية، إقليمية بيولوجية |
| bioremediation | تنظيف بيولوجي |
| biosensor | مُستشعر بيولوجي |
| biosphere | بيوسفير - المحيط الحيوي |
| biotechnic | بيوتقني |
| biotechnology | بيوتكنولوجيا |
| birch | (شجرة) البتولا |
| birth control | تنظيم النسل |
| bit (s) [binary digit (s)] | بِتَّة (بتات) |
| blenny | (سمكة) البلينى |
| bodynet | شبكة الجسم |
| breakthrough | فَتْح |
| breeding, plant | تربية النبات |
| bypass | مَجَازَة |

(C)

| | |
|------------|---------------|
| caribou | (حيوان) الرنة |
| carnivores | لاحِمَات |
| carrier | حامل (للجين) |
| cash crops | محاصيل نقدية |
| catalyst | حفَّاز |

| | |
|--|---------------------------|
| cat scan | مَسَحَ مَقْطَعِي |
| CD-ROM (Compact Disk Read Only Memory) | قرص ذاكرة للقراءة فقط |
| CFC (Chloroflorocarbon) | ك ف ك (كلوروفلوروكربونات) |
| chaos | شواش |
| chicken pox | جدري الماء |
| chip | رقاقة |
| Chy-Max | كاي ماكس |
| CIMMYT | مركز السيميت (بالمكسيك) |
| clone | كُلُون، كَلُون |
| combinatorial (chemistry) | (كيمياء) توفيقية |
| comet | مذنب |
| compartmentalize | فَيَّا (يُفَيِّء) |
| compatibility | تَوَافُق |
| computer | كمبيوتر |
| computerization | كَمْتَرَة |
| computerize | كَمْتَر (يُكَمْتَر) |
| condor | النسر الفخاح |
| conservation | صيانة |
| coservationist | صيانسي |
| contraception | منع الحمل |

| | |
|-----------------|---------------------|
| convergence | تلاقى - لقاء |
| cottonwood | شجرة الحور الأمريكى |
| cougar | أسد الجبل |
| cowpox | جدري البقر |
| crane | كُرْكُى |
| cultivar | سلالة زراعية |
| cursor | شعرة |
| cybernation | مَـيِّـرَة |
| cybermate | مَـيِّـر (مَـيِّـر) |
| cybernetic | مَـيِّـرِى |
| cybernetics | مَـيِّـر نطيقا |
| cyclosporin A | سيكلوسبورين أ |
| cystic fibrosis | مرض التليف الكيسى |

(D)

| | |
|-----------------|---------------------|
| data | بيانات |
| data bases | قواعد البيانات |
| deep ecology | الإيكولوجيا الغويطة |
| defect | عيب |
| dermoratization | دَقْرَطَة |
| demography | ديموغرافيا |
| design proteins | بروتينات تفصيل |

| | |
|-----------------------------|--------------|
| detergent | منظف |
| determinism | حتمية |
| diabetes | مرض السكر |
| diagnosis | تشخيص |
| dialysis | ديَلِزَة |
| diversity, genetic | تنوع وراثي |
| DNA (deoxyribonucleic acid) | دنا |
| donor | واهب |
| Down syndrome | متلازمة داون |
| Draize test | اختبار دريز |
| dysgenics | ديسجينيا |

(E)

| | |
|------------------------|------------------------|
| ecology | إيكولوجيا |
| ecosystem | نظام إيكولوجي |
| electroencephalograph | مَرَسَمَة موجات الدماغ |
| EMG (electromyography) | الرسم العضلي الكهربائي |
| electrophoresis | تفريد كهربائي |
| elk | أيل |
| e-mail | بريد إلكتروني |
| emergent | ظارئ |
| emphysema | إمفزيما - انتفاخ الرئة |

| | |
|------------------|--------------|
| enkephalin | إنكفالين |
| environment | بيئة |
| environmentalism | بيئية |
| environmentalist | بيئي |
| erosion, genetic | تآكل (وراثي) |
| eugenics | يوجينيا |
| euthanasia | القتل الرحيم |
| evolution | تطور |
| exosomatic | خارج الجسد |
| exotic | مُستجَلَب . |

(F)

| | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| far green | الخُضْرُ الدُّكْن |
| funa | فونا |
| FDA (food & drug administration) | م غ د (مصلحة الغذاء والدواء) |
| feedback | تغذية مرتدة |
| feedstock (crops) | (محاصيل) مغذية |
| flora | فلورا |
| fragmentation | تشظية |
| futurist | مستقبلي |

| | |
|---------------------------|-----------------------|
| gaia | جايَا |
| gathering | لَمَّة |
| GATT | الجات |
| gender | جنذر |
| gene | جين |
| gene pool | مستودع جيني |
| gene therapy | العلاج بالجينات |
| genetics | علم الوراثة |
| geneware | العتاد الجيني |
| geophysical | جيوفيزيقي |
| geopshere (= lithosphere) | الغلاف الصخري (للارض) |
| germline | الخط الجرثومي |
| germplasm | البلازما الجرثومية |
| global | كُرْصِي |
| globalization | تكريض |
| globalize | كُرَّصَ (يُكْرِّصُ) |
| governance | توجيه |
| green | الخُضَر |
| greenhouseeffect | ظاهرة الصوبة |
| greening | تخضير |

(H)

| | |
|---|-----------------------------------|
| hardware | عتاد |
| harmony | توافق |
| hermaphrodite | جنش |
| hierarchy | هيراركية |
| homonids | أشباه الإنسان |
| HOT (health oriented telecommunication) | هوت (الاتصالات الموجهة نحو الصحة) |
| humanistic | إنساني |
| humulin | هيومولين |
| hybridoma | هيريديمومة |
| hydrosphere | الغلاف المائي (للأرض) |

(I)

| | |
|--|---|
| ICRISAT | إكريسات (المعهد الدولي لبحوث |
| ICT (information communication technology) | محاصيل. المناطقة شبه الجافة) تكنولوجيا المعلومات/ الاتصالات |
| ideologue | متمذهب |
| imaging | صَوْرِيَّة |
| immunization | تخصين |
| immunology | علم المناعة |
| implants | مفروسات |

| | |
|-----------------|-------------------------------------|
| inbreeding | تربية داخلية |
| indigo | صبغة النيلة |
| informatics | المعلوماتية |
| information | معلومات |
| informatization | أعلَمة |
| infotech | إنفوتكنولوجيا - تكنولوجيا المعلومات |
| inoculation | تطعيم |
| in situ | فى الموقع |
| insulin | إنسولين |
| interferon | إنترفرون |
| interleukin | إنترلوكين |
| internet | إنترنت |
| in vivo | فى الحى |
| in vitro | فى الأنبوب |
| IRRI | إيرى (معهد بحوث الارز بالفلبين) |
| itemize | فَيَّا (يفيىء) |

(J)

jack pine

الصنوبر الأمريكى

(K)

kit

عدة

(L)

| | |
|---------------------------|-----------------------------|
| landrace | صنف بلدى |
| leishmaniasis | (داء) الليشمانيا |
| leukemia | لوكيميا |
| life expectancy | أجل متوقع |
| life span | طول العمر |
| lignocellulose | سليولوز خشبى |
| lithosphere (= geosphere) | الغلاف الصخرى (للأرض) |
| lobby | دهليز - دَهْلَز (يُدْعَلَز) |
| lobbying | دَهْلَزَة |
| logo | لوجو |

(M)

| | |
|------------------|-----------------------|
| macroecology | ماكروإيكولوجيا |
| manic depression | هوس اكتئابى |
| manipulate | تَأَبَل (يُنَابَل) |
| manipulation | مَنَابَلَة |
| mapping | خَرْطَة |
| marker | وَأَسِم |
| media | ميديا - أجهزة الإعلام |
| metabolism | أَيَض |
| metatheories | ما بعد النظريات |

| | |
|-----------------------|-------------------|
| miasma | ميارما |
| millet | دُخْن |
| mimic viruses | محاكيات الفيروسات |
| mode | نَسَق |
| modeling | نَمْدَجَة |
| monoclonal antibodies | أجسام مضادة نقية |
| monoculture | الزراعة الأحادية |
| moose | أيل الشمال |

(N)

| | |
|------------------------------------|--------------------------|
| NAFTA | نافتا |
| nanotechnology | نانوتكنولوجيا |
| nation state | دولة قومية |
| nerd | شخص نافه |
| NGO(non governmental organization) | م غ ح (منظمة غير حكومية) |
| noosphere | المحيط العقلي |
| not noticing syndrome | متلازمة «إنا لا نلاحظ» |

(O)

| | |
|--------------|-------------|
| oncomouse | فأر السرطان |
| optic fibres | ألياف بصرية |
| ore | ركاز |

organic farming

الزراعة العضوية

(P)

pacemaker

ضابط النبض

panther

النمر الأرقط

PCR (polymerase chain
reaction)

تفاعل البوليميريز المتسلسل

pearl millet

دُخن لؤلؤى

pharm

مزرعة صيدلية

pharmaceutical

مستحضرات صيدلية

pharmacology

علم العقاقير

phytoplankton

بلائكتون نباتى

pine

صنوبر

plankton

بلائكتون

plaque

لطفة

polio

شلل الأطفال

pool, gene

مستودع جينى

postmodernism

ما بعد الحداثة

pox

جلدى

primates

الرئيسيات

procubine

أبو شوك، الشيهم (حيوان)

projection

إسقاط

| | |
|--------------------------|--------------------|
| proprioceptor | مستقبل الحس العميق |
| prostaglandin | بروستاجلاندين |
| prosthesis = prosthetics | جراحة ترقيعية |
| public purse | بيت المال |

(Q)

| | |
|-------|-------|
| quark | كوارك |
|-------|-------|

(R)

| | |
|-----------------|---------------------|
| racism | عنصرية |
| recombinant DNA | دنا مطعم، دنا مطموم |
| recycling | إعادة تدوير |
| regionalism | إقليمية |
| rescue, genetic | إنقاذ وراثي |
| retovirus | فيروس ارتجاعى |
| robot | إنشائي |
| robotization | إنشأة |
| robotize | أنسل (يُنْشِل) |

(S)

| | |
|------------|-------------|
| satellite | قمر اصطناعي |
| scanning | مسح |
| scattering | استطارة |

SCID (severe combined
immunodeficiency)

semiconductor

sensor

sequence

sequencing

sexism

simulation

sociobiologist

software

sorghum

specificity

sperm

spruce

strain

subnational

supernational

sustainable

surrogate (mother)

symbiosis

syndrome

مرض نقص المناعة الحاد المشترك

شبه موصل

مُسْتَشْعِر

تَتَابُع، سَلْسِل (يُسَلْسِل)

سَلْسَلَة

جنسانية

محاكاة

سوسيولوجي

برمجيات

ذرة عويجة

نوعية

حَيْمَن (حيوان منوى)

التَنُوب القُضَى (شجرة)

سلالة

تحت قومية

فوق قومية

متواصل

(أم) بديلة

تعايش

متلازمة

| | |
|------------|-----------------|
| synthesis | تمثيل |
| system (s) | نظام (ج: نُظُم) |

(T)

| | |
|------------------------------------|--------------------------|
| Tay-Sachs | تاى ساكس (مرض) |
| T-cells | خلايا - ت |
| tertiary | الحقبة الثالث |
| text | نَصّ |
| think tank | مستودع فكري |
| Tierra | تييرا |
| tissue culture | زراعة الانسجة |
| tobacco | الطباقي، التبغ (نبات) |
| totem | طُوطَم |
| totemism | طُوطَمِيّة |
| TPA (tissue plasminogen activator) | منشط بلازمينوجين الأنسجة |
| transgenic | عبر جيني |
| transplantation | ازدراع |
| transexual | عبر جنسي |
| trumpeter | بَوّاق (طائر) |

(V)

| | |
|-------------|-------|
| vaccination | تطعيم |
|-------------|-------|

| | |
|------------------------|----------------------|
| variety | سلالة |
| variola | جلدي |
| virtual reality | الواقع التخلي |
| virus | فيروس |
| visual imagery | التصور الذهني البصري |
| visiographic | بصري تصويري |

(W, X)

| | |
|-----------------------------|--------------------------|
| whooping cough | السعال الديكي |
| whooping crane | الكرُكي الشهاق (طائر) |
| wrasse | اللبروس (سمكة) |
| WWW (world wide web) | شبكة العالم أجمع |
| X-rays | أشعة إكس، الأشعة السينية |

(ب) عربى - أنجليزى

(١)

| | |
|-----------------------|-----------------------|
| procubine | أبو شوك (شيهم) |
| automation | أتمتة |
| archaeologist | آثارى |
| monoclonal antibodies | أجسام مضادة نقية |
| life expectancy | أجل متوقع |
| media | أجهزة الإعلام |
| Draize test | اختبار دريز |
| transplantation | ازدراع |
| scattering | استطارة |
| cougar | أسد الجبل |
| projection | إسقاط |
| homonids | أشباه الإنسان |
| X-rays | أشعة إكس - أشعة سينية |
| recycling | إعادة تدوير |
| informatization | أعلمة |
| regionalism | إقليمية |

| | |
|------------------|--|
| bioregionalism | إقليمية بيولوجية (بيوإقليمية) |
| ICRISAT | إكريسات (المعهد الدولي لبحوث المحاصيل بالمناطق شبه الجافة) |
| Alzheimer | ألزهايمر، مرض |
| optic fibres | ألياف بصرية |
| surrogate mother | أم بديلة |
| emphysema | إمفزيما، انتفاخ الرئة |
| interferon | إنترفيرون |
| interleukin | إنترلوكين |
| internet | إنترنت |
| emphysema | انتفاخ الرئة، إمفزيما |
| antigen | أنتيجين |
| robot | إنسالي |
| humanistic | إنساني |
| insulin | إنسولين |
| robotize | أنسل (يونسَل) |
| robotization | أنسلَة |
| anthropocentrism | إنسمركزية (مركزية الإنسان) |
| infotech | إنفوتكنولوجيا (تكنولوجيا المعلومات) |
| genetic rescue | إنقاذ وراثي |
| enkephalin | إنكفالين |

| | |
|--------------|---------------------|
| metabolism | أيض |
| ecology | إيكولوجيا |
| deep ecology | الإيكولوجيا الغويطة |
| elk | أيل |
| moose | أيل الشمال |

(ب)

| | |
|------------------|----------------|
| birch | البتولا، شجرة |
| surrogate mother | بديلة، أ |
| design proteins | بروتينات تفصيل |
| prostaglandin | بروستاجلاندين |
| software | برمجيات |
| e-mail | بريد إلكتروني |
| visuographic | بصري تصويري |
| germplasm | بلازما جرثومية |
| plankton | بلانكتون |
| phytoplankton | بلانكتون نباتي |
| blenny | البليني، سمكة |
| trumpeter | بواق |
| data | بيانات |
| environment | بيئة |
| environmentalist | بيئي |

| | |
|------------------------|-------------------------------|
| environmentalism | بيئة |
| public purse | بيت المال |
| bit (s) [binary digit] | ببتة (ج: بيتات) |
| bioregionalism | بيوإقليمية |
| biotechnic | بيوتقنى |
| biotechnology | بيوتكنولوجيا |
| biosphere | بيوسفير (للحيط الحيوى) |
| biomedical | بيوطبى |
| bioinformation | بيومعلومات (معلومات بيولوجية) |
| bionic | بيوالكترونى (بيونى) |
| bionic | بيونى (بيوالكترونى) |
| bionics | بيونيا (بيو إلكترونيات) |

(ت)

| | |
|-----------------|----------------|
| genetic erosion | تآكل وراثى |
| Tay - Sachs | تاى ساكس (مرض) |
| tobacco | تبغ (نبات) |
| banking | تبنيك |
| sequence | تتابع |
| subnational | تحت قومية |
| immunization | تخصين |
| greening | تخضير |

| | |
|--|-------------------------------------|
| inbreeding | تربية داخلية |
| plant breeding | تربية النبات |
| atomization | ترذيل |
| diagnosis | تشخيص |
| fragmentation | تشظية |
| visual imagery | التصور الذهني البصري |
| inoculation, vaccination | تطعيم |
| evolution | تطور |
| symbiosis | تعايش |
| biomining | تعلين بيولوجي |
| feedback | تغذية مرتدة |
| PCR (polymerase chain reaction) | تفاعل البوليميريز التسلسل |
| electrophoresis | تفريد كهربائي |
| globalization | تكريس |
| antisense technology | تكنولوجيا التعطيل |
| infotech | تكنولوجيا المعلومات (إنفوتكنولوجيا) |
| ICT (information/communication technology) | تكنولوجيا المعلومات/الاتصالات |
| adaptation | تكيف |
| convergence | تلاقى (لقاء) |
| cystic fibrosis | التليف الكيسي، (مرض) |

| | |
|-------------------------|-------------------|
| synthesis | تمثيل |
| bioremediation | تنظيف بيولوجي |
| birth control | تنظيم النسل |
| spruce | التوب الفضى، شجرة |
| genetic diversity | تنوع وراثي |
| compatibility, harmony | توافق |
| governance | توجيه |
| combinatorial chemistry | توفيقية، كيمياء |
| antelope | تيتل |
| Tierra | تييرا |

(ث)

| | |
|---------------|-----------|
| amniocentesis | ثقب السلى |
|---------------|-----------|

(ج)

| | |
|-------------------------|---------------|
| GATT | الجات |
| gaia | جايا |
| pox, viriola | جدري |
| cow pox | جدري البقر |
| chicken pox | جدري الماء |
| prosthetics, prosthesis | جراحة ترقيعية |
| antibody | جسم مضاد |

| | |
|-------------|-----------|
| gender | جنس |
| sexism | جنسانية |
| gene | جين |
| geophysical | جيوفيزيقي |

(ح)

| | |
|-------------|----------------------|
| carrier | حامل (للجين) |
| determinism | حتمية |
| catalyst | حفّاز |
| tertiary | الحقبة الثالث |
| cottonwood | الحور الامريكى، شجرة |
| alder | الحور الرومى، شجرة |
| Sperm | حيمن (حيوان منوى) |

(خ)

| | |
|---------------|---------------|
| exosomatic | خارج الجسد |
| mapping | خريطة |
| green | الخضمر |
| far green | الخضمر الدكن |
| germline | الخط الجرثومى |
| T-cells | خلايا ت |
| hermaphrodite | خشى |
| alchemy | خيمياء |

(د)

| | |
|-----------------|------------------------|
| millet | دُخْن |
| pearl millet | دُخْن لُولُؤى |
| democratization | دَقْرَطَة |
| DNA | دنا |
| recombinant DNA | دنا مُطَعَم، دنا مطعوم |
| lobby | دَهْلَز (بِدَهْلَز) |
| lobby | دهليز |
| lobbying | دَهْلَزَة |
| nation state | دولة قومية |
| dysgenics | ديسجينيا |
| dialysis | دِيْلَزَة |
| demography | ديموغرافيا |

(ذ)

| | |
|---------|-----------|
| sorghum | ذرة عويجة |
|---------|-----------|

(ر)

| | |
|------------------------|------------------------|
| primates | الرئيسات |
| EMC (electromyography) | الرسم العضلى الكهربائى |
| chip | رقاقة |
| biochip | رقاقة بيولوجية |
| ore | وكال |

caribou

الرنة، حيوان

(ز)

monoculture

الزراعة الأحادية

tissue culture

زراعة الأنسجة

organic farming

الزراعة العضوية

agroforestry

الزراعة الغابية

augmentation

زيد

(س)

whooping cough

السعال الديكي

strain, variety

سلالة

cultivar

سلالة زراعية

sequence

سَلْسَل (يَسْلِل)

sequence

سِلْسِلَة

sequencing

سَلْسَلَة

lignocellulose

السليولوز الخشبي

sybernate

سَيِّبَر (يسير)

cybernation

سَيِّبَرَة

cybernetics

سَيِّبَر نَطِيقَا

cyclosporin A

سيكلوسبورين أ

sociobiologist

سيوسبوليوجي

(ش)

| | |
|----------------------|------------------|
| bodynet | شبكة الجسم |
| WWW (World wide Web) | شبكة العالم أجمع |
| semiconductor | شبه موصل |
| nerd | شخص تافه |
| cursor | شعرة |
| polio | شلل الأطفال |
| chaos | شواش |
| procubine | شيهيم (أبو شك) |

(ص)

| | |
|-----------------|------------------|
| indigo | صبغة النيله |
| landrace | صنف بلدى |
| pine | صنوبر |
| jack pine | الصنوبر الأمريكى |
| imaging | صورية |
| conservation | صيانة |
| conservationist | صيانى |

(ض)

| | |
|-----------|------------|
| pacemaker | ضابط النبض |
|-----------|------------|

(ط)

| | |
|----------|------|
| emergent | طارئ |
|----------|------|

| | |
|-----------|---------------|
| tobacco | الطباق ، نبات |
| totem | طُوطَم |
| totemism | طُوطَمِيَّة |
| life span | طول العمر |

(ظ)

| | |
|-------------------|--------------|
| greenhouse effect | ظاهرة الصوبة |
|-------------------|--------------|

(ع)

| | |
|----------------|-----------------|
| trans sexual | عبر جنسى |
| transgenic | عبر جينى |
| hardware | عتاد |
| geneware | العتاد الجينى |
| kit | عدة |
| gene therapy | العلاج بالجينات |
| pharmacology | علم العقاقير |
| immunology | علم المناعة |
| genetics | علم الوراثة |
| racism | عنصرية |
| genetic defect | عيب (وراثى) |

(غ)

atmosphere

الغلاف الجوى (للأرض)

geosphere, lithosphere

الغلاف الصخرى للأرض

barysphere

الغلاف القلوى للأرض

hydrosphere

الغلاف المائى للأرض

(ف)

oncomouse

فأر السرطان

breakthrough

فتح

supernational

فوق قومية

fauna

فونا

flora

فلورا

compartmentalize, itemize

فَيَّا (يُفَيِّئ)

in vitro

فى الأنبوب

in vivo

فى الحى

in situ

فى الموقع

virus

فيروس

retrovirus

فيروس ارتجاعى

(ق)

barrens

القاحلات، الأراضى

euthanasia

القتل الرحيم

australopithecus

القرود الجنوبي

| | |
|--|-----------------------|
| apes | قرنة عليا |
| CD-ROM (compact disc read only memory) | قرص ذاكرة للقراءة فقط |
| satellite | قمر اصطناعي |
| data base | قواعد بيانات |

(ك)

| | |
|------------------------------|---------------------------|
| Chy - Max | كاي - ماكسي |
| biomass | كتلة حيوية |
| globalize | كُرضَ |
| global | كُرضي |
| crane | كُرني |
| whooping crane | الكُرني الشهاق |
| CFC (chlorophlorocarbonates) | ك ف ك (كلوروفلوروكربونات) |
| clone | كَلُون (يُكَلُون) |
| clone | كُلُون |
| computer | كمبيوتر |
| computerize | كَمَتَر (يُكَمَتَر) |
| computerization | كَمَتَرَة |
| quark | كوارك |
| combinatorial chemistry | كيمياء توفيقية |

(ل)

| | |
|---------------|-----------------|
| carnivores | لاجمات |
| wrasse | اللبروس، سمكة |
| plaque | لطمخة |
| logo | لوجو |
| leukemia | لوكيميا |
| gathering | لَمّة |
| leishmaniasis | الليشمانيا، داء |

(م)

| | |
|-----------------------|------------------------|
| postmodernism | ما بعد الحداثة |
| metatheories | ما بعد النظريات |
| macroecolgy | ماكروإيكولوجيا |
| syndrome | متلازمة |
| not noticing syndrome | متلازمة «إنا لا نلاحظ» |
| Down syndrome | متلازمة داون |
| ideologue | مُتَمَذِّب |
| sustainable | متواصل |
| bypass | مجازة |
| feedstock crops | محاصيل مغذية |
| cash crops | محاصيل نقدية |
| simulation | محاكاة |

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| mimic viruses | محاكيات الفيروسات |
| noosphere | المحيط العقلي |
| comet | مُذْتَب |
| electroencephalograph | مَرَسَمَة موجات الدماغ |
| diabetes | مرض السكر |
| CIMMYT | مركز اليميت |
| anthropocentrism | مركزية الإنسان (إنسمركزية) |
| pharm | المزرعة الصيدلية |
| augmented | مَزِيد |
| exotic | مُتَجَلِّب |
| biologicals | مستحضرات بيولوجية |
| pharmaceuticals | مستحضرات صيدلية |
| sensor | مستشعر |
| biosensor | مستشعر بيولوجي |
| proprioceptor | مستشعر الحس العميق |
| futurist | مستقبلي |
| gene pool | مستودع جيني |
| think tank | مستودع فكري |
| scanning | مَسَح |
| CAT scan | مَسَح مقطعي |
| accelerator | مُعَجِّل |

| | |
|--|---|
| information | معلومات |
| bioinformation | معلومات بيولوجية (بيومعلومات) |
| informatics | معلوماتية |
| IRRI | معهد بحوث الارز (بالفلبين) |
| ICRISAT | المعهد الدولي لبحوث المحاصيل بالمناطق شبه الجافة (إكريسات) |
| FDA (food & drug adminstration) | م غ د (مصلحة الغذاء والدواء) |
| implants | مغروسات |
| NGO (nongovernmental organization) | م غ ح (منظمة غير حكومية) |
| manipulation | منابلة |
| TPA (tissue plasminogen activator) | منشط بلازمينوجين الأنسجة |
| NGO (non governmental organization) | منظمة غير حكومية (م غ ح) |
| contraception | منع الحمل |
| detergent | مُنظف |
| miasma | ميارما |
| media | ميديا (أجهزة الإعلام) |

(ن)

| | |
|---|--------------------------------|
| manipulate | نَابِل (يُنَابِل) |
| NAFTA | نافتا |
| nanotechnology | نانوتكنولوجيا |
| asteroid | نُجْمَة |
| condor | النَّسْر الفَحَّاح |
| mode | نَسَق |
| activist (s) | نَشِيط (ج: نَشِطَاء) |
| text | نَص |
| system (s) | نِظَام (ج: نُظُم) |
| ecosystem | نِظَام إيكولوجي |
| SCID (severe combined immunodeficiency) | نقص المناعة الحاد المشترك، مرض |
| modeling | نَمْدَجَة |
| panther | النمر الأرقط |
| specificity | نوعية |

(هـ)

| | |
|--|-------------------------------------|
| HOT (health oriented telecommunications) | هُوتْ (الاتصالات الموجهة نحو الصحة) |
| manic depression | هُوس اكتئابى |
| hybridoma | هيبريدومة |

hierarchy

هیرارکیه

humulin

هیومولین

(و)

marker

واسم

donor

واهب

(ی)

eugenics

یوچینیا

(و)

النهر من

| <u>الفصل</u> | <u>الصفحة</u> |
|--|---------------|
| مقدمة : ماذا لو تغير كل شيء ، ثم لم يلاحظ أحد | ٩ |
| <u>الجزء الأول : اللقاء البيوني</u> | |
| الفصل الأول : الكمبيوتر يقابل الجين | ١٧ |
| الفصل الثاني : البيولكترونييات الدقيقة : حثث من الثوار | ٣٧ |
| الفصل الثالث : البيولكترونييات العظمى : شبكة العالم أجمع | ٥٧ |
| الفصل الرابع : ترحيب بمجتمع المعلومات البيولوجية | ٧٩ |
| <u>الجزء الثاني : الحياة المتغيرة للجسم البشري</u> | |
| الفصل الخامس : الزيد، كديمه وحديثه | ٩٩ |
| الفصل السادس : الرابطة البشرية الحيوانية | ١١٩ |
| الفصل السابع : حكمة الجسد: الحياة الفلسة وقضايا علمة | ١٣٥ |
| <u>الجزء الثالث : تطور الزراعة والصناعة</u> | |
| الفصل الثامن : إعادة ابتكار الزراعة | ١٥٩ |
| الفصل التاسع : الصناعات البيومعلوماتية | ١٨٣ |
| <u>الجزء الرابع : الحياة المتغيرة لكوكب الأرض</u> | |
| الفصل العاشر : تفرجه بشري للنظم البيولوجية الطبيعية | ٢٠١ |
| الفصل الحادي عشر : ظلال الخضر المتغيرة | ٢٢٥ |
| الفصل الثاني عشر : مدرسة بلا حدود | ٢٤٧ |
| <u>معجم بالمصطلحات الإنجليزية</u> | |
| معجم إنجليزي - عربي | ٢٧١ |
| معجم عربي - إنجليزي | ٢٨٧ |

رقم الإيداع

٢٠٠٢/١٣٥١٢

I.S.B.N.

977-01-7965-5

مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب

لقد أدركنا منذ
البداية أن تكوين ثقافة
المجتمع تبدأ بتأصيل
عادة القراءة، وحب
المعرفة، وأن المعرفة
وسيلتها الأساسية هي
الكتاب، وأن الحق في
القراءة يماثل تماماً
الحق في التعليم والحق
في الصحة.. بل الحق
في الحياة نفسها.

سوزانه مبارك

الثلث ٣٠٠ قرش

Bibliotheca Alexandrina



0443905



مركز الأناضول للدراسات والبحوث